ÜBER DIE VARIATIONEN DES ARCUS AORTAE, SEINER ÄSTE, UND DES TRUNCUS THYROCERVICALIS

Kathleen B. Knuth

1981

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546818_0018

AUS DEM ANATOMISCHEN INSTITUT DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN
DIREKTOR: PROFESSOR DR.MED. H. FRICK

ÜBER DIE VARIATIONEN DES ARCUS AORTAE, SEINER ÄSTE, UND DES TRUNCUS THYROCERVICALIS

INAUGURAL-DISSERTATION
ZUR ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE IN DER GESAMTEN MEDIZIN
AN DER LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT ZU MÜNCHEN

VORGELEGT VON
KATHLEEN B. KNUTH
AUS
PORT HURON - USA

MÜNCHEN 1980

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität München.

Berichterstatter: Frau Professor Dingler

Mitberichterstatter: Herr Professor Frick

Dekan: Herr Professor Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 15.1.1981

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Meinen Eltern
in Dankbarkeit
gewidmet.

INHALTSVERZEICHNIS

A)	EINLEITUNG	1
B)	MATERIAL UND METHODE	2
C)	ENTWICKLUNGSGESCHICHTE UND VERGLEICHENDE ANATOMIE	7
D)	EIGENE BEFUNDE	12
E)	DISKUSSION	24
F)	ZUSAMMENFASSUNG	39
G)	ABBILDUNGEN UND DIAGRAMME	40
H)	TABELLEN	50
I)	LITERATUR	60
K)	LEBENSLAUF UND DANKSAGUNG	66

A) EINLEITUNG

Während meiner Tätigkeit als Co-Assistentin des Präparierkurses in der Anatomischen Anstalt in München fielen mir Variationen im Bereich der Äste des Arcus aortae auf. Die Durchsicht entsprechender Literatur ergab zum Teil recht unterschiedliche Angaben. Deshalb erschien mir eine Zusammenstellung dieser Varietäten aus dem zufälligen Kollektiv der Leichen eines Präparierkurses als wünschenswert.

Dieses Gebiet ist nicht nur im Bereich der Anatomie, sondern auch für die Katheterarteriographie von Interesse. Besonders bei dem transfemoralen, transaortalen Katheterismus der großen Arm- und Kopfgefäße und deren kleineren Ästen - hier besonders des Truncus thyrocervicalis - ist die genaue Kenntnis der anatomischen Varietäten dieses Gebietes unerläßlich: "Da der Gebrauch der intraarteriellen Chemotherapie steigt, besteht die zunehmende Notwendigkeit, die normalen Varietäten der Arterienanatomie zu verstehen ..." (RUSH, HORIE, KLEIN, 55).

Sogar vor jeder Gefäßtransplantation im Arm, Hals- und Kopfbereich und bei Patienten mit einem Koronarbefund, der eine Bypass-Operation erforderlich macht, erachten HARJOLA und VALLE (21) eine Angiographie des Aortenbogens und der A. subclavia für angebracht.

Da sich die Angiographie mit der Vielfalt der morphologischen Fakten stets praktisch auseinandersetzen muß, habe ich zu den Gefäßvarianten zusätzliche Daten ermittelt, nämlich die Lage des Aortenbogens zur Frontalebene, die Abgangswinkel der Aortenbogenäste sowie die Durchmesser, Wanddicken und Längen der einzelnen Gefäße.

B) MATERIAL UND METHODE

1. Material

Die zur Bearbeitung verwendeten Gefäße stammen von Leichen, die in den Wintersemestern 1977/78 und 1978/79 den Kursen der Makroskopischen Anatomie der Anatomischen Anstalt zu München zur Verfügung standen.

Die Messung der Lage des Arcus aortae zur Frontalebene wurde an 40 Leichen während des Kursprogrammes in situ durchgeführt. Dann wurden aus 75 Leichen die Arcus aortae samt ihren Ästen von der Austrittsstelle der Aorta ascendens aus dem Perikard bis zum Übergang in die senkrecht verlaufende Aorta thoracalis sorgfältig herauspräpariert. Die Carotiden wurden proximal ihrer Gabelung, und die Aa. subclaviae am Übergang zur A. axillaris durchtrennt, unter weitgehender Schonung und Mitnahme der Trunci thyrocervicales und aller ihrer noch unverletzten Äste. Da jedoch die Arterien im Zuge des Präparierkurses oft mehr oder weniger stark in Mitleidenschaft gezogen worden waren, konnte nicht allen Leichen ein solch umfassender Gefäßstamm entnommen werden.

2. Methode

2.1. Winkelmessungen (Abb.1 und 2)

Folgendes, recht einfache Winkelmeßgerät wurde in der Werkstatt der Anstalt hergestellt: je ein Ende zweier gleichlanger Kupferdrähte mit 1.5 mm Durchmesser wurde zu einer Öse gebogen, so daß die Drähte mittels Schraube und Flügelmutter gegeneinander befestigt, um eine Achse frei gegeneinander bewegt und in jeder beliebigen Stellung fixiert werden konnten.

Es wurden die Winkel gemessen, unter denen die Äste des Arcus aortae vom Bogen abgingen, und zwar jeweils die nach dorsal bzw. distal offenen Winkel. Die Mittelachsen der Gefäße, die man sich als zylindrische Rohre vorzustellen hat, wurden so weit nach proximal verlängert, bis sie sich schnitten; an diesem Punkt wurde der Winkelmesser angelegt.

Wegen der Krümmung der Mittelachse des Aortenbogens wurden durch diese Schnittpunkte Tangenten an die gekrümmte Aortenachse gelegt. Der Winkel wurde dann an einem Winkelmesser abgelesen.

Die Messung der Abweichung des Aortenbogens von der Frontalebene verlief im Prinzip gleich: eine Bezugsgröße war die Frontalebene, die andere der die Äste abgebende Teil des Arcus aortae.

2.2. Durchmesser

Die Gefäßkaliber wurden unmittelbar nach ihrem Ursprung vermessen. Die Außendurchmesser wurden mittels einer Schublehre festgestellt. Bei den großlumigen Gefäßen ist die Wanddicke im Verhältnis zum Außendurchmesser so gering, daß man ohne großen Fehler hiervon direkt auf den Innendurchmesser schließen konnte.

Dagegen wurden bei Truncus thyrocervicalis, A. thyroidea inferior, A. vertebralis sinistra und A. thyroidea ima zusätzlich die Innendurchmesser mittels eines genormten Kegels festgestellt; dessen Spitze besaß einen Durchmesser von 0.5 mm; jeder weitere Kegelring bezeichnete eine Vergrößerung des Durchmessers um genau 1 mm.

Die Differenz zwischen Außen- und Innendurchmesser ergab jeweils die doppelte Wanddicke der Gefäße.

2.3. Längenmessung

Die Längen wurden entweder mit der Schublehre direkt oder durch Anlegen eines Fadens an die gebogenen Gefäße gemessen. Die Länge wurde grundsätzlich direkt vom Ursprung des betroffenen Gefäßes bis zu dem am weitesten distal gelegenen Punkt der nächstfolgenden Gabelung bzw. Astabgabe gemessen.

2.4. Statistische Auswertung

2.4.1. Tabellarische Zusammenfassung aller Meßdaten (Teil H)

Folgende Größen wurden ermittelt:

1) Anzahl der vermessenen Gefäße = n;
2) Gesamtsumme der Werte einer Meßreihe;
3) Mittelwert: $\bar{x} = \frac{\Sigma}{n}$;
4) Standardabweichung: $s = \frac{x^2 - \frac{1}{n}(\Sigma x)^2}{n - 1}$;
5) kleinster Wert;
6) größter Wert;
7) Summe der Quadrate der Einzelwerte: Σx^2;
8) Seitenvergleiche.

2.4.2. Zeichnerische Darstellungen

Die Häufigkeitsverteilung der Meßwerte wurde durch Säulendiagramme veranschaulicht.

Um die Normalverteilung einer Wertegruppe zu beweisen, wurden die Daten in ein Wahrscheinlichkeitsnetz eingetragen; dabei wurde der Ordinatenmaßstab so verzerrt, daß die s-förmige Kurve der Gauß'schen Summenfunktion in eine Gerade überging. Auf der Abszisse lagen die Meßgrößen, auf der Ordinate die relative Summenhäufigkeit der Meßwerte. Bei Vorliegen einer Normalverteilung ergab die Verbindung der Meßpunkte eine Gerade. Definitionsgemäß liegen die Werte einer normalverteilten Meßreihe mit einer Wahrscheinlichkeit von 95.45% im 2s-Bereich zu beiden Seiten des Mittelwertes.

2.4.3. Student-t-Test

Hierbei wurde geprüft, ob zwischen den linken und rechten Meßwerten eines Gefäßes ein signifikanter Unterschied bestand oder nicht. Da die Mittelwerte zwischen beiden Seiten ungleich waren, mußte dieses zumindest angenommen werden. Die Normalverteilung der Meßwerte - Voraussetzung für den t-Test - wurde durch die Darstellung im Wahrscheinlichkei netz nachgewiesen.

Der t-Test dient der Prüfung paariger Stichproben in zweiseitiger Fragestellung (HARMS, 22). Zur Durchführung wurden zwei Hypothesen aufgestellt: die H_o-Hypothese bzw. Null-

hypothese mit der Aussage: "Es besteht kein signifikanter Unterschied zwischen den Meßdaten von linker und rechter Seite; die Meßwerte gehören einer einzigen Grundmenge an"; und die H_1-Hypothese bzw. Alternativhypothese mit der gegenteiligen Aussage.

Nach Berechnung der Testgröße t wurde dieser Wert unter Berücksichtigung der Freiheitsgrade (f) und der Irrtumswahrscheinlichkeit α = 1% mit dem tabellarischen Wert t_{TAB} verglichen. War $t < t_{TAB}$, wurde die H_o-Hypothese beibehalten; wenn $t > t_{TAB}$ war, wurde die H_1-Hypothese beibehalten und H_o verworfen.

Die zur Berechnung herangezogenen Formeln lauten:

$D_i = x_i - y_i$ (Differenz jeweils zusammengehöriger Wertepaare);

$\bar{D} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} (x_i - y_i)$ (durchschnittliche Wertepaardifferenz);

$s_D = \sqrt{\frac{\sum D_i^2 - \frac{1}{n} (\sum D_i)^2}{n - 1}}$ (Standardabweichung der Wertepaardifferenzen);

$s_{\bar{D}} = \frac{s_D}{\sqrt{n}}$ (mittlerer Fehler der durchschnittlichen Differenz);

$t = \frac{\bar{D}}{s_{\bar{D}}}$ (Testgröße t); ist $t \geq t_{TAB}$ für f = n-1, wird die Hypothese H_1 beibehalten.

2.4.5. Korrelationen zwischen zwei Meßreihen

Bei manchen Meßwerten schienen Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Daten zu bestehen. Dazu wurden diese in ein Koordinatensystem mit Millimetereinteilung gegeneinander eingetragen. Anschließend wurde versucht, mittels mathematischer Berechnungen eine gemeinsame beschreibende Funktion zu erstellen, z.B. in der Form einer Geraden oder einer Exponentialfunktion.

Der rechnerische Weg zur Erstellung einer linearen Korrelation wurde anhand folgender mathematischer Formeln beschritten:

$y = mx + b$ (Funktion der Geraden);

$$m = \frac{\sum(xy) - \frac{\sum x \sum y}{n}}{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}$$ (m ist die Steigung der Geraden);

$$R = \frac{m \cdot s_x}{s_y}$$ (R ist der Korrelationskoeffizient).

C) ENTWICKLUNGSGESCHICHTE UND VERGLEICHENDE ANATOMIE DES ARCUS AORTAE UND SEINER ÄSTE

1. Entwicklungsgeschichte (Abb.3)

Die vielen Variationen in diesem Bereich lassen sich aus der komplizierten Entwicklung des Arcus aortae und seiner Äste in Ontogenese und Phylogenese erklären.

Die Entwicklung aus paarigen ventralen und dorsalen Aorten und aus Kiemenbogenarterien ist bei allen Wirbeltieren im Prinzip gleich. Aber je höher und weiter sich die Lebewesen entwickeln, desto umfangreicher ist die Ausdifferenzierung der ursprünglich gleich angelegten Gefäße.

Bei allen Wirbeltieren entwickeln sich aus dem unpaaren Truncus arteriosus des Herzens zwei ventrale, kranialwärts verlaufende Aorten. Hiervon zweigen, von wenigen Ausnahmen abgesehen, je 6 seitlich am Schlund vorbei nach dorsal verlaufende, segmentale Äste ab, sogenannte Kiemenbogenarterien bzw. primitive Aortenbögen. ADOLF PORTMANN (51) sagt hierzu: "Mit großer Regelmäßigkeit werden bei den landbewohnenden Vierfüßern 6 Gefäßpaare nachgewiesen, die vom Herzen ausgehen und deren Anordnung dem bei Fischen gefundenen Plan durchaus entspricht." Diese Gefäßbögen biegen dann hinter dem Schlund nach kaudal um und vereinigen sich zu zwei parallel verlaufenden dorsalen Aorten, die sich im Bereich des Rumpfes zu einem Stamm, der sekundären unpaaren Aorta, vereinigen (Abb.3).

Die Kiemenbogenarterien bestehen bei den höheren Wirbeltieren allerdings nie gleichzeitig, sie entwickeln sich nacheinander: zuerst die kranialen, dann die kaudalen Bögen. Im allgemeinen werden der I., II. und V. Bogen zurückgebildet: der V. vollständig, während Teile des I. und II. Bogens zur Bildung von Kopfgefäßen benützt werden. Von den persistierenden Bögen bilden der III. die Carotiden und der IV. die Aa. subclaviae und den Arcus aortae; der VI. Bogen bildet immer die A. pulmonalis.

1.1. Die Entwicklung beim Menschen (Abb.4)

Beim Menschen bilden sich die Aa. carotides externae bzw. internae als kraniale Verlängerungen der ventralen und dorsalen Aorten. Da die dorsalen Aorten zwischen der III. und IV. Kiemenbogenarterie obliterieren, bildet der III., sogenannte Karotisbogen, die einzige Zufuhr zur A. carotis interna. So entsteht der gemeinsame Stamm für Aa. carotides externa et interna einer Seite, die A. carotis communis. Der linke IV. Aortenbogen wächst sehr stark, wird zum späteren Arcus aortae und entläßt linke A. carotis communis und linke A. subclavia getrennt voneinander. Das Endstück des rechten IV. Aortenbogens obliteriert, verliert also die Verbindung zur Gegenseite. Der Rest dieses Bogens wird somit zum Anfangstück der rechten A. subclavia; der erste Teil des rechten IV. Bogens wird zum ersten Ast des Arcus aortae, dem Truncus brachiocephalicus (früher A. anonyma genannt). Dieser teilt sich in A. carotis communis dextra und A. subclavia dextra. Die VI. Kiemenbogenarterie entwickelt sich hier, wie bei allen Wirbeltieren, zur A. pulmonalis.

2. Vergleichende Anatomie

Ein Vergleich der Gefäßentwicklung erscheint nur bei den Wirbeltieren aufschlußreich, die wie der Mensch im entwickelten Zustand Lungenatmer sind.

2.1. Amphibien (Abb.5)

Die Amphibien besitzen zwei Arcus, einen linken und einen rechten; d.h., beide IV. Aortenbögen persistieren. Morphologisch sind beide Bögen gleich, bewahren also weitgehend die ursprüngliche Symmetrie. Beide Bögen geben Gefäße für den Kopf ab. An jeder Seite geht je eine kurze A. carotis communis ab, die sich gleich in eine A. carotis externa und interna teilt. Die nächsten Gefäße aus dem Arcus sind die Aa. laryngeae, die Aa. oesophageae und die Aa. occipitovertebrales. Die letzten Äste, bevor sich die Aortenbögen wieder vereinigen, sind beide Aa. subclaviae.

Diese Anordnung findet man bei den A n u r e n (Abb.5). Die U r o d e l e n (z.B. Salamandra) besitzen Aa. subclaviae, die aus der unpaaren Rumpfaorta entspringen. Hier ist die sekundäre Spaltung der Aorta nicht so weit fortgeschritten; dies entspricht der ursprünglichen Anordnung.

2.2. Reptilien (Abb.6 und 7)

Vom Herzen gehen drei Gefäße ab: A. pulmonalis, linker Arcus und ein großer Stamm für beide Aa. carotides communes (=A.carotis primaria) und den rechten Arcus. Auch hier findet man zwei Arcus. Für alle Arten gilt: nur der rechte Aortenbogen gibt Gefäße für Kopf und obere Extremitäten ab, bei den einzelnen Familien aber in verschiedener Weise.

Bei den E i d e c h s e n ist die Art der Gefäßabgänge uneinheitlich: die Aa. carotides communes der S c h u p p e n e c h s e n (z.B. Lacerta) entspringen aus dem Arcus getrennt oder mit ganz kurzem gemeinsamen Stamm (= sogenannte A. carotis primaria). Sie teilen sich in die A. carotis externa und die stärkere A. carotis interna, welche auf beiden Seiten je einen Ast nach kaudal zum dorsalen Ende des Arcus aortae zurückgibt. Diese Anastomose ist der erhalten gebliebene Teil der dorsalen Aorta zwischen III. und IV. Aortenbogen. Diese Anastomose fehlt meist bei den C h a m ä l e o n i d e n und den V a r a n i d e n . Diese besitzen eine besonders lange A. carotis primaria. Die nächsten Äste, die Aa. vertebrales, entspringen bei den S c h u p p e n e c h s e n (Lacerta) mit gemeinsamem Stamm direkt aus dem Arcus, bei den R i n g e l e c h s e n , einigen S c h u p p e n e c h s e n und den V a r a n i d e n aber aus den Aa. subclaviae. Diese entspringen als letzte Äste des rechten Arcus entweder getrennt voneinander oder als gemeinsamer Stamm. Beide Carotiden der S c h l a n g e n werden angelegt. Meist wird die rechte Carotis etwas zurückgebildet, manchmal die linke (z.B. Boa), manchmal bleiben beide gleich stark bestehen. Dann entspringen sie entweder gemeinsam als A. carotis primaria oder getrennt. Die nächsten Äste sind die Aa. vertrebrales und die wegen der fehlenden vorderen Extremität zarten Aa. subclaviae. Aus dem Truncus arteriosus der K r o k o d i l e (Abb.6 und 7) entspringen zwei Aa. anonymae. Beide gabeln sich in A. subclavia und A. collateralis colli, welche der A. carotis externa entspricht. Die linke A. anonyma gibt zusätzlich die A. carotis subvertebralis ab, das sind die miteinander verwachsenen Aa. carotides internae. Die rechte Aorta der S c h i l d k r ö t e n gibt zwei mächtige kurze Trunci anonymi ab, welche sich in eine schwächere A. carotis communis und eine stärkere A. subclavia gabeln.

Zusammenfassend kann man den Abgang der A. subclavia der Reptilien in zwei Arten einteilen:
1) Ursprünglicher Abgang vom absteigenden Teil des rechten Arcus aortae.
2) Sekundär neu entstandene Anastomose zwischen A. subclavia und III. Aortenbogen oder Anfang der A. carotis externa und Rückbildung der ursprünglichen Wurzel. So entsteht der gemeinsame Stamm von Aa. subclavia et carotis (bei Schildkröten und Krokodilen).

2.3. Vögel (Abb.8)

Bei den Vögeln persistiert der rechte Arcus aortae, der aus dem rechten IV. embryonalen Aortenbogen hervorgegangen ist. Dieser Arcus gibt nacheinander die linke und dann die rechte A. anonyma bzw. A. brachiocephalica ab. Beide teilen sich in A. carotis communis und A. subclavia jeder Seite. Auch hier (wie bei einigen Reptilien, siehe oben) geht die ursprüngliche Wurzel der A. subclavia zugrunde, während die später neu entstandene Wurzel aus dem ventralen Karotidenbogen bestehen bleibt. Die Aa. vertebrales sind Äste der A. carotides communes.

2.4. Säuger (Abb.9)

Bei den Säugetieren persistiert der linke Arcus aortae aus der linken IV. embryonalen Kiemenbogenarterie. Äste des Arcus versorgen Kopf, Hals und vordere Extremitäten: Aa. carotides communes und Aa. subclaviae. Unter Umständen können auch andere Gefäße wie A. vertebralis sinistra oder A. thyroidea ima direkt vom Arcus entspringen.

Die einzelnen Ordnungen weisen verschiedene Ursprungsformen der vier großen Gefäße aus dem Aortenbogen auf (Abb.9). Sie lassen sich entwicklungsgeschichtlich durch sekundäre Wachstumsverschiebungen, die Wanderung des Herzens nach kaudal und die nach abwärts fortschreitende, symmetrische (wie bei den Anuren) Spaltung der Aorta erklären.

Typ I: Perissodactyla, Artiodactyla, Lamnungia.
Typ II und III: Marsupialia, Edentata, Proboscidea, Rodentia, Carnivora, Ungulaten, Prosimier, Primaten.
Typ IV: Monotremata, einige Chiropteren, Sirenen, Prosimier, Homo, Otaria, Balaenoptera, einige Edentata, Platanista.
Typ V: Insectivora, einige Chiropteren, Phocaena, Ateles.
Typ VI: Dasyurus, Trichechus, Elephas africanus.

Bei manchen Arten können Normalverhalten von Variationen kaum getrennt werden, da entweder kaum systematische Untersuchungen vorliegen oder aber unterschiedliche Angaben von verschiedenen Autoren gemacht werden.

Bei den Primaten findet man in groben Zügen folgendes Verhalten der Arcusäste:

Halbaffen (=Prosimier): Typ I, II und IV;
Platyrrhina : Typ I, II, III und IV;
Cercopithecidae : Typ I, II, III und IV;
Hominoidea : Typ II, III, IV, V, VI, VII und VIII.

Die Äste der A. subclavia "variieren eigentlich wenig... Das wichtigste Gefäß ist die A. vertebralis...; ...weiterhin entläßt die A. subclavia die A. mammaria interna... Die Äste für die Umgebung ... sind zahlreich. Sie kommen zu mehr oder weniger großen Stämmen vereinigt aus der Subklavia: Truncus costo- und omo-cervicalis, beim Menschen als Truncus thyreo-cervicalis und costo-cervicalis bezeichnet". (BOENIG, 5).

D) EIGENE BEFUNDE

1. Der Arcus aortae: seine Lage zur Frontalebene (Diagramm 1)

Im Arcus aortae wendet sich die Aorta ascendens horizontal- und dorsalwärts. Der proximale Anteil des Arcus aortae, der die großen Gefäße für Kopf, Hals und Arme abgibt, bildet einen Winkel zur Frontalebene, der großen Schwankungen unterliegt. Die Werte lagen zwischen 30° und 90°. Der Mittelwert aus 40 Fällen betrug 53.13° bei einer Standardabweichung von 13.62°. Im 2s-Bereich lagen 39 von 40 Werten (97%); sie waren normalverteilt.

2. Die Äste des Arcus aortae

2.1. Ursprung der Äste

2.1.1. Normalverhalten

Am häufigsten entsprangen 3 Äste in folgender Reihenfolge von ventral nach dorsal: Truncus brachiocephalicus - A. carotis communis sinistra - A. subclavia sinistra. Diese Anordnung wurde in 49 von 62 Fällen gefunden (79%).

2.1.2. Variante: Truncus communis

Der gemeinsame Gefäßstamm von Truncus brachiocephalicus und A. carotis communis sinistra wurde als Truncus communis bezeichnet; der Arcus aortae besaß dann nur zwei Äste. Diese Variante fand sich 13 mal, was bei 62 Fällen 21 % entsprach. In zwei dieser Fälle entsprang die A. vertebralis sinistra direkt aus dem Aortenbogen, so daß hier trotzdem drei Aortenbogenäste vorhanden waren.

2.1.3. Variante: A. vertebralis sinistra als Ast des Arcus aortae

Bei 62 Präparaten war die linke A. vertebralis sinistra in 5 Fällen ein Ast des Arcus aortae (8%). Sie entsprang immer ventral der A. subclavia sinistra. Bei 3 Fällen fand sich ein normales Ursprungsverhalten der Arcusäste, also 4 Äste (5%), bei 2 Fällen fand sich ein Truncus communis, also 3 Äste (3%).

2.1.4. Variante: A. thyroidea ima als Ast des Arcus aortae

Diese Variante wurde bei 62 Präparaten ein einziges Mal beobachtet. Die A. thyroidea ima entsprang zwischen Truncus brachiocephalicus und A. carotis communis sinistra am kranialen Umfang des Arcus.

2.2. Abgangswinkel der Aortenbogenäste (Abb. 1 und 2)

2.2.1. Winkel zwischen Arcus aortae und Truncus brachiocephalicus (Diagramm 2)

Aus 48 Fällen ergaben sich ein Mittelwert von 62.7° und eine Standardabweichung von 10.4°; der kleinste Wert betrug 40°, der größte Wert 80°.
Im 2s-Bereich lagen 46 von 48 Werten (96%); sie waren normalverteilt.

2.2.2. Winkel zwischen Arcus aortae und Truncus communis

Bei 13 Trunci ergaben der Mittelwert 67.3°, die Standardabweichung 11.8°, der kleinste Wert 45° und der größte Wert 90°.

2.2.3. Winkel zwischen Arcus aortae bzw. Truncus communis und A. carotis communis sinistra (Diagramm 3; Abb. 2)

Der Mittelwert aus 48 Fällen (A. carotis communis sinistra als Ast des Arcus aortae) betrug 63.8°, die Standardabweichung 14.3°, der kleinste Wert 35° und der größte Wert 90°.
In 13 Fällen, in denen die A. carotis communis sinistra aus einem Truncus communis entsprang, betrugen der Mittelwert 137.7°, die Standardabweichung 18.8°, der kleinste Wert 100° und der größte Wert 165°.
Im 2s-Bereich lagen 47 von 48 Werten (98%); sie waren normalverteilt.

2.2.4. Winkel zwischen Arcus aortae und A. subclavia sinistra (Diagramm 4)

Bei 60 Fällen betrugen der Mittelwert 71.3°, die Standardabweichung 19.5°, der kleinste Wert 25° und der größte Wert 110°.
Im 2s-Bereich lagen 59 von 60 Werten (98%); sie waren normalverteilt.

2.2.5. Winkel zwischen Arcus aortae und A. vertebralis sinistra

Bei 5 Fällen fanden sich ein Mittelwert von 67°, eine Standardabweichung von 17.2°, ein kleinster Wert von 50° und ein größter Wert von 90°.

2.2.6. Altersabhängigkeit der Verzweigungstypen (Diagramm 5)

Es fand sich eine gewisse Abhängigkeit des mittleren Abgangswinkels der Äste eines Aortenbogens (= Mittelwert der Abgangswinkel der einzelnen Arcusäste) vom Alter des Individuums nach folgender Gleichung:

$$y = -0.49x + 102.68 \quad \text{mit } R = 36\%$$

Das bedeutet: mit einer Übereinstimmung von 36% war der mittlere Abgangswinkel unter einem Alter von 77 Jahren größer als 65° ("steiler" bzw. "jugendlicher" Verzweigungstyp), über einem Alter von 77 Jahren war er kleiner als 65° ("flacher" bzw. "älterer" Verweigungstyp), wobei 65° ein willkürlich gewählter Grenzwert war. (Siehe auch Teil E, 2.2.3.).
Bei 61 Präparaten fanden sich 34 "steile" Typen (56%), die Individuen waren hier zu 72% jünger als 77 Jahre; 27 Präparate waren dem "flachen" Verzweigungstyp zuzuordnen (44%), wobei 50% älter als 77 Jahre alt waren.

2.3. Außendurchmesser der Äste des Arcus aortae und der entsprechenden Äste der Gegenseite

2.3.1. Außendurchmesser des Truncus brachiocephalicus (Diagramm 6)

Bei 62 Trunci betrugen der Mittelwert 14.8 mm, die Standardabweichung 2.28 mm, der kleinste Wert 8.9 mm und der größte Wert 20.8 mm. Im 2s-Bereich lagen 56 von 62 Werten (90%); die Werte waren annähernd normalverteilt.

2.3.2. Außendurchmesser des Truncus communis

Bei 13 Fällen betrugen der Mittelwert 21.93 mm, die Standardabweichung 3.25 mm, der kleinste Wert 15.8 mm und der größte Wert 26.35 mm.

2.3.3. Außendurchmesser der A. carotis communis (Diagramm 7)

Links: Bei 61 Fällen - einschließlich derer aus dem Truncus communis - ergaben sich ein Mittelwert von 8.8 mm, eine Standardabweichung von 1.4 mm, ein kleinster Wert von 6.2 mm und ein größter Wert von 13.0 mm.
Rechts: Bei 57 Arterien (aus dem Truncus brachiocephalicus kommend) betrugen der Mittelwert 8.7 mm, die Standardabweichung 1.5 mm, der kleinste Wert 4.5 mm und der größte Wert 12.7 mm.
Seitenvergleich: 30 mal war der linke Außendurchmesser größer als der rechte (53%) und 27 mal kleiner als der rechte (47%).
Im 2s-Bereich lagen links 59 von 61 Werten (97%) und rechts 54 von 57 Werten (95%); die Werte waren beidseits normalverteilt.
Der Student-t-Test ergab: $t = 0.53$ und $t_{TAB} = 2.66$; damit war $t < t_{Tab}$; die H_o-Hypothese wurde beibehalten; linke und rechte Durchmesser unterschieden sich nicht signifikant voneinander (s. Tab. 4, Spalte B).

2.3.4. Außendurchmesser der A. subclavia (Diagramm 8)

Links: Bei 70 Arterien ergaben der Mittelwert 10.88 mm, die Standardabweichung 1.5 mm, der kleinste Wert 8.3 mm und der größte Wert 15.3 mm.
Rechts: (Ursprung aus dem Truncus brachiocephalicus) aus 69 Fällen ergaben der Mittelwert 10.9 mm, die Standardabweichung 1.9 mm, der kleinste Wert 5.3 mm und der größte Wert 15.4 mm.
Seitenvergleich: 31 mal war der linke Durchmesser größer als der rechte (47.5%), 33 mal war er kleiner (51%) und 1 mal waren linker und rechter Durchmesser gleich groß (1.5%).
Im 2s-Bereich lagen links 68 von 70 Werten (97%) und rechts 66 von 69 Werten (96%); die Werte waren beidseits normalverteilt.
Der Student-t-Test ergab: $t = 0.46$ und $t_{TAB} = 2.65$; damit war $t < t_{TAB}$; die H_o-Hypothese wurde beibehalten; linke und rechte Durchmesser unterschieden sich nicht signifikant voneinander (s.Tab.4, Spalte C).

2.3.5. Durchmesser der A. vertebralis sinistra

5 mal entsprang die linke A. vertebralis aus dem Aortenbogen.
Außendurchmesser: Der Mittelwert betrug 3.8 mm, die Standardabweichung 0.5 mm, der kleinste Wert 3.3 mm und der größte Wert 4.7 mm.
Innendurchmesser: Der Mittelwert betrug 3.36 mm, die Standardabweichung 0.59 mm, der kleinste Wert 2.7 mm und der größte Wert 4.3 mm. Die Differenz zwischen Außen- und Innendurchmesser ergab die doppelte Wanddicke; deren Mittelwert betrug 0.44 mm, die Standardabweichung 0.11 mm, der kleinste Wert 0.3 mm und der größte Wert 0.6 mm. Somit betrug die mittlere einfache Wanddicke 0.22 mm.

2.3.6 Durchmesser der A. thyroidea ima

Diese Arterie besaß an ihrem Abgang einen Außendurchmesser von 1.7 mm und einen Innendurchmesser von 1.5 mm.

2.4. Längenmessungen

2.4.1. Länge des Truncus brachiocephalicus (Diagramm 9)

Bei 57 Trunci ergab sich ein Mittelwert von 44.4 mm bei einer Standardabweichung von 7.7 mm, einem kleinsten Wert von 25 mm und einem größten Wert von 59 mm.
Im 2s-Bereich lagen 55 von 57 Werten (96%); die Werte waren normalverteilt.

2.4.2. Länge des Truncus communis

Bei 11 Fällen ergaben sich ein Mittelwert von 15.7 mm, eine Standardabweichung von 3.5 mm, ein kleinster Wert von 10 mm und ein größter Wert von 21 mm.

3. Der Truncus thyrocervicalis

3.1. Außendurchmesser (Diagramm 10)

Links: Bei 66 Fällen ergaben der Mittelwert 5.77 mm, die Standardabweichung 1.7 mm, der kleinste Wert 2.2 mm und der größte Wert 11.2 mm.
Rechts: Bei 63 Fällen betrugen der Mittelwert 6.48 mm, die Standardabweichung 2.0 mm, der kleinste Wert 3.0 mm und der größte Wert 12.5 mm.
Beim Seitenvergleich war der linke Außendurchmesser in 14 Fällen größer als der rechte (25%), 40 mal war der rechte größer (73%) und 1 mal waren sie gleich groß (2%).
Im 2s-Bereich lagen links 62 von 66 Werten (94%) bzw. rechts 61 von 63 Werten (97%); die Werte waren normalverteilt.
Der Student-t-Test ergab: $t = 3.59$ und $t_{TAB} = 2.67$; damit war $t > t_{TAB}$; die H_1-Hypothese wurde beibehalten; ein signifikanter Unterschied zwischen linken und rechten Außendurchmessern war erwiesen, wobei die linken im Durchschnitt um 0.83 mm kleiner als die rechten waren (s. Tab.4, Spalte D).

3.2. Innendurchmesser (Diagramm 11)

Links: Aus 66 Fällen ergaben der Mittelwert 4.77 mm, die Standardabweichung 1.62 mm, der kleinste Wert 1.7 mm und der größte Wert 9.2 mm.
Rechts: Aus 63 Fällen ergaben der Mittelwert 5.11 mm, die Standardabweichung 1.3 mm, der kleinste Wert 2.5 mm und der größte Wert 8.4 mm.
Seitenvergleich: Der linke Innendurchmesser war 19 mal größer als der rechte (34%), 35 mal war er kleiner als der rechte (62%) und 2 mal waren beide gleich groß (4%).
Im 2s-Bereich lagen links 64 von 66 Werten (97%) bzw. rechts 61 von 63 Werten (97%); die Werte waren normalverteilt.
Der Student-t-Test ergab: $t = 1.95$ und $t_{TAB} = 2.68$; damit war $t < t_{TAB}$; es galt die H_o-Hypothese; linke und rechte Innendurchmesser unterschieden sich nicht signifikant voneinander (s.Tab.4, Spalte E).

3.3. Korrelation zwischen Außen- und Innendurchmesser (Diagramm 12)

Die Werte der Außen- und der Innendurchmesser der Trunci thyrocervicales der linken und der rechten Seite verhielten sich direkt proportional zueinander nach folgender linearer Funktion:

Links: $y = 0.899x - 0.4014$ mit $R = 96.4\ \%$
Rechts: $y = 0.62x + 1.13$ mit $R = 92.5\ \%$

3.4. Wanddicke (Diagramm 13)

Die Differenzen zwischen Außen- und Innendurchmesser ergaben die doppelte Wanddicke der Gefäße.

Links: Aus 66 Fällen betrugen der Mittelwert 1.00 mm, die Standardabweichung 0.48 mm, der kleinste Wert 0.3 mm und der größte Wert 2.8 mm.

Rechts: Aus 63 Fällen ergaben sich ein Mittelwert von 1.48 mm, eine Standardabweichung von 1.23 mm, ein kleinster Wert von 0.2 mm und ein größter Wert von 4.3 mm.

Seitenvergleich: Die Werte der linken Seite waren 17 mal größer als die der rechten Seite (30 %), 35 mal waren sie kleiner als die der rechten Seite (63 %) und in 4 Fällen waren beide gleich groß (7 %).

Im 2s-Bereich lagen links 62 von 66 Werten (94 %) bzw. rechts 62 von 63 Werten (98 %); die Werte waren normalverteilt.

Der Student-t-Test ergab: $t = 4.66$ und $t_{TAB} = 2.68$; damit war $t > t_{TAB}$; die H_1-Hypothese wurde beibehalten; es bestand ein signifikanter Unterschied zwischen den Wanddicken der linken und rechten Seite, und zwar waren die der rechten Trunci im Durchschnitt um 0.49 mm dicker als die linken (s.Tab.4, Spalte F). Aus diesen Werten ergab sich eine mittlere einfache Wanddicke von rund 0.5 mm für die linke Seite und 0.74 mm für die rechte Seite.

3.5. Länge des Truncus thyrocervicalis (Diagramm 14)

Links: Aus 54 Fällen betrugen der Mittelwert 4.4 mm, die Standardabweichung 2.2 mm, der kleinste Wert 0 mm (d.h., in diesem Falle zerfiel der Truncus sofort nach seinem Ursprung in seine Äste) und der größte Wert 13 mm.
Rechts: Aus 55 Fällen betrugen der Mittelwert 3.6 mm, die Standardabweichung 2.3 mm, kleinster und größter Wert, wie links, 0 bzw. 13 mm.
Beim Seitenvergleich waren die Längen der linken Seite 22 mal größer als die der rechten (51 %), 15 mal waren sie kleiner (35 %) und in 6 Fällen waren beide Seiten gleich lang (14 %).
Im 2s-Bereich lagen links 53 von 54 Werten (98 %) bzw. rechts 53 von 55 Werten (96 %); die Werte waren normalverteilt.
Der Student-t-Test ergab: $t = 1.51$ und $t_{TAB} = 2.70$; damit war $t < t_{TAB}$; es galt die H_o-Hypothese; linke und rechte Längen unterschieden sich nicht signifikant voneinander (s.Tab.4, Spalte G).

3.6. Korrelation zwischen Außendurchmesser und Länge des Truncus thyrocervicalis

Ein anfangs vermuteter Zusammenhang dieser beiden Meßgrößen bestand nicht. Aus der wolkenartigen Verteilung der Werte im Koordinatensystem konnte keine mathematische Funktion abgeleitet werden.
Es wurde von folgender Überlegung ausgegangen: je mehr Äste bzw. je dicker die Äste des Truncus seien, desto früher würde er in eben jene Äste zerfallen. Und je mehr Äste bzw. je dicker diese Äste wären, desto größer müßte der Durchmesser des Truncus sein.

3.7. Abstand des Truncus thyrocervicalis vom Arcus aortae (Diagramm 15)

Links: Aus 60 Fällen betrugen der Mittelwert 48.6 mm, die Standardabweichung 8.7 mm, der kleinste Wert 25 mm und der größte Wert 70 mm.

Rechts: Aus 56 Fällen betrugen der Mittelwert 73.25 mm, die Standardabweichung 9.46 mm, der kleinste Wert 52 mm und der größte Wert 94 mm.
Seitenvergleich: Hier waren die rechten Werte, verglichen mit den zugehörigen Werten der linken Seite, durchwegs größer.
Im 2s-Bereich lagen 58 von 60 Werten der linken Seite (97%), bzw. 53 von 56 Werten auf der rechten Seite (95%); die Werte waren normalverteilt.
Der Student-t-Test ergab: t = 14.79 und t_{TAB}= 2.6; damit war $t > t_{TAB}$; die H_1-Hypothese wurde beibehalten; es bestand ein signifikanter Unterschied zwischen den Werten der linken und der rechten Seite, wobei der Abstand links im Durchschnitt um 26.56 mm kleiner als rechts war (s.Tab.4, Spalte H).

3.8. Abstand des rechten Truncus thyrocervicalis vom Truncus brachiocephalicus (Diagramm 16)

Aus 57 Fällen betrugen der Mittelwert 25.7 mm, die Standardabweichung 4.7 mm, der kleinste Wert 16 mm und der größte Wert 40 mm.
Im 2s-Bereich lagen 54 von 57 Werten (94.7%); die Werte waren annähernd normalverteilt.

3.9. Variante: A. thoracica interna als Ast des Truncus thyrocervicalis

Dieses Verhalten wurde bei insgesamt 12 Fällen beobachtet: 9 mal auf der linken Seite, was bei 66 Präparaten 13.6% entspricht, aber nur 3 mal auf der rechten Seite, bei 63 Präparaten 4.7%. In 2 Fällen war die A. thoracica interna links und rechts ein Ast des Truncus thyrocervicalis; dies ergab eine Häufigkeit von 3% (bei 63 Präparaten).

4. Die A. thyroidea inferior

Als wichtigster und größter Ast des Truncus thyrocervicalis wurden Außen- und Innendurchmesser der Arterie an ihrem Abgang gemessen:

4.1. Außendurchmesser (Diagramm 17)

Links: Aus 52 Fällen ergaben der Mittelwert 3.8 mm, die Standardabweichung 1.3 mm, der kleinste Wert 2.0 mm und der größte Wert 7.5 mm.
Rechts: Aus 51 Fällen ergaben der Mittelwert 4.15 mm, die Standardabweichung 1.3 mm, der kleinste Wert 2.4 mm und der größte Wert 8.5 mm.
Seitenvergleich: Der linke Wert war in 11 Fällen größer als der rechte (28%), 28 mal war er kleiner als der rechte (72%).
Im 2s-Bereich lagen links 49 von 52 Werten (94%) bzw. rechts 48 von 51 Werten (94%); die Werte waren annähernd normalverteilt.
Der Student-t-Test ergab: $t = 2.24$ und $t_{TAB} = 2.71$; damit war $t < t_{TAB}$; es galt die H_o-Hypothese; linke und rechte Außendurchmesser unterschieden sich nicht signifikant voneinander (s.Tab.4, Spalte I).

4.2. Innendurchmesser (Diagramm 18)

Links: Aus 52 Fällen ergaben sich ein Mittelwert von 2.9 mm, eine Standardabweichung von 1.1 mm, ein kleinster Wert von 1.0 mm und ein größter Wert von 5.7 mm.
Rechts: Aus 50 Fällen ergaben sich ein Mittelwert von 3.16 mm, eine Standardabweichung von 0.95 mm, ein kleinster Wert von 1.5 mm und ein größter Wert von 5.2 mm.
Seitenvergleich: Der linke Wert war 12 mal größer als der rechte (31%), 27 mal war er kleiner als der rechte (69%).
Im 2s-Bereich lagen links 50 von 52 Werten (96%), bzw. rechts 50 von 51 Werten (98%); die Werte waren normalverteilt.
Der Student-t-Test ergab: $t = 1.74$ und $t_{TAB} = 2.71$; damit war $t < t_{TAB}$; es galt die H_o-Hypothese; es bestand kein signifikanter Unterschied zwischen den Innendurchmessern der linken und rechten Seite (s.Tab.4, Spalte K).

4.3. Korrelation zwischen Außen- und Innendurchmesser der A. thyroidea inferior (Diagramm 19)

Die Werte der Außen- und Innendurchmesser jeder Seite verhielten sich direkt proportional zueinander nach folgender linearen Funktion:

Links: $y = 0.81x - 0.185$ mit $R = 93\ \%$

Rechts: $y = 0.68x + 0.319$ mit $R = 93\ \%$

4.4. Wanddicke (Diagramm 20)

Folgende Werte gelten für die doppelte Wanddicke.

Links: Aus 52 Fällen ergaben der Mittelwert 0.84 mm, die Standardabweichung 0.47 mm, der kleinste Wert 0.2 mm und der größte Wert 2.1 mm.

Rechts: Aus 50 Fällen ergaben der Mittelwert 0.97 mm, die Standardabweichung 0.47 mm, der kleinste Wert 0.2 mm und der größte Wert 3.3 mm.

Seitenvergleich: 13 mal war der linke Wert größer als der rechte (33%), 25 mal war er kleiner als der rechte (64%) und 1 mal waren beide gleich groß (3%).

Im 2s-Bereich lagen links 50 von 52 Werten (96%) bzw. rechts alle Werte (100%); die Werte waren normalverteilt.

Der Student-t-Test ergab: $t = 1.99$ und $t_{TAB} = 2.71$; damit war $t < t_{TAB}$; es galt die H_o-Hypothese; es bestand kein signifikanter Unterschied zwischen den Werten der linken und rechten Seite (s.Tab.4, Spalte L).

Die mittlere einfache Wanddicke betrug für die linke Seite 0.41 mm und für die rechte Seite 0.49 mm.

5. Die A. thyroidea ima

In 6 von 61 Präparaten wurde eine A. thyroidea ima gefunden (9.8%). Jedesmal verlief die Arterie kranialwärts zum kaudalen Rand der Schilddrüse. 1 mal kam die Arterie aus dem Aortenbogen (1.6%) und 5 mal aus dem Truncus brachiocephalicus (8.2%); an den proximalen Carotisanteilen wurde keine A. thyroidea ima gefunden.

Außendurchmesser: Aus 6 Fällen ergaben der Mittelwert 2.53 mm, die Standardabweichung 0.8 mm, der kleinste Wert 1.7 mm und der größte Wert 3.5 mm.

Innendurchmesser: Aus 6 Fällen ergaben der Mittelwert 2.02 mm, die Standardabweichung 0.71 mm, der kleinste Wert 1.4 mm und der größte Wert 3.1 mm.

Wanddicke: Der Mittelwert der doppelten Wanddicke ergab 0.52 mm, die Standardabweichung 0.22 mm, der kleinste Wert 0.2 mm und der größte Wert 0.8 mm. Demnach betrug die mittlere einfache Wanddicke der A. thyroidea ima 0.26 mm.

E) DISKUSSION

1. Der Arcus aortae

Zu Beginn soll eine Definition des Arcus aortae ermittelt werden: "Die Aorta zieht zunächst ... als Aorta ascendens, nach rechts aufwärts bis in Höhe des Angulus sterni, dann im Bogen, Arcus aortae (Aortenbogen), ... in etwa sagittaler Richtung nach hinten an die linke Seite der Wirbelsäule (Höhe 4. Brustwirbel)." (FRICK, 16). Hier beginne dann die Aorta descendens.
"Der Arcus aortae reicht von der Stelle, wo die Aorta das Perikard verläßt, bis zum Ansatz des Lig. arteriosum. ... Die drei Abschnitte der Aorta, Aorta ascendens, Arcus aortae, Aorta thoracica, bilden eine Spirale; ... zieht die Aorta ascendens schräg nach rechts und aufwärts ... und geht in den Arcus aortae über. Der Arcus aortae setzt die von der Aorta ascendens begonnene Spirale fort und verläuft nach links und hinten, um die Wirbelsäule am linken Umfang des vierten Brustwirbelkörpers zu erreichen. Der Aortenbogen liegt daher nicht frontal im Körper, sondern seine Ebene nähert sich mehr der Sagittalen." (HAFFERL, 20).

In dieser Arbeit interessiert der zwischen Perikardumschlag und Lig. arteriosum (BOTALLI) gelegene, nach kranial konvexe Teil des Aortenbogens, aus dem die großen Gefäße für Kopf, Hals und Arme abgehen. Zur Richtungsangabe werden in der Literatur oft nur verallgemeinernde Angaben gemacht, wie:
"Hinter dem Manubrium sterni krümmt sie (die Aorta) sich nach links und hinten" (HYRTL, 34); "... der Aortenbogen läuft zuerst aufwärts rückwärts und nach links, ist dann nach rückwärts gerichtet und läuft zuletzt nach abwärts an der linken Seite des 4. BWK." (DAVIES, 15). TÖNDURY (68) sagt: "Der Arcus aortae steht fast sagittal."

Für die Gesamtverlaufsrichtung des Aortenbogens stimmen diese Aussagen zwar, aber bei genauerer Betrachtung unterscheidet man zwei Anteile des Arcus aortae:
1) Einen proximalen Teil vom Anfang des Arcus bis zu seinem Scheitelpunkt. Dieser ventrale Bereich, von dem die Äste entspringen, wendet sich von der Frontalebene zur Sagittalen, jedoch weniger stark ausgeprägt als der folgende zweite Abschnitt des Aortenbogens.

2) Einen dorsalen distalen Teil, in dem der Arcus vom Scheitelpunkt aus seine Richtung besonders stark nach dorsal bzw. sagittal und kaudal ändert. Der Übergang zwischen beiden Teilen ist oft fließend; manchmal jedoch geht die Dorsalwendung des Bogens über die Sagittale hinaus nach medial. Die linke Aortenkontur in diesem Bereich entspricht dem Aortenknopf der Radiologen. Genau an diesem Wendepunkt oder auch kurz vorher entspringt als letzter Ast des Aortenbogens die A. subclavia sinistra.

Allgemein läßt sich sagen: je weniger der erste Teil des Arcus von der Frontalebene sich abwendet, desto stärker ist die Wendung zur Sagittalebene im zweiten Teil.

Für meine Untersuchungen war der erste Teil von besonderem Interesse, da hier die großen Äste entspringen. Die Abweichung von der Frontalebene unterliegt starken Schwankungen (zwischen 30° und 90°, im Mittel etwa 53°); dieser Winkel ist immer kleiner als derjenige, den man bei der Messung über den gesamten Aortenbogen erhalten würde.

2. Die Äste des Arcus aortae

2.1. Ursprünge der Aortenbogenäste und deren Varianten

2.1.1. Normalverhalten

Das normale, das heißt, das am häufigsten vorkommende Verhalten beim Menschen ist der Ursprung von 3 Gefäßen von ventral nach dorsal:

Truncus brachiocephalicus - A. carotis communis sinistra - A. subclavia sinistra (entsprechend Typ IV der Abb.9).

Dieses Normverhalten wird hier bestätigt: 49 von 62 Fällen zeigen diese Anordnung, das sind 79 %. Andere Autoren fanden 70 % (LIPPERT, 39); nach LOOSE (40) kommt dieses gewöhnliche anatomische Muster bei der weißen Rasse zu 80 % vor.

2.1.2. Gemeinsamer Ursprung von A. carotis communis sinistra und Truncus brachiocephalicus: Truncus communis

Vom Arcus aortae gehen in diesen Fällen nur zwei Äste ab. Nach BENNINGHOFF (4) ist dieses die häufigste Variante. Die von mir gefundenen 13 Trunci communes (21%) waren in jedem Falle sehr kurz, entsprechend Typ III der Abb. 9. Nach LOOSE (40) kommt diese Variation in rund 20 % der Fälle vor. In zweien meiner Präparate entsprang die A. vertebralis sinistra direkt aus dem Aortenbogen, so daß hier trotzdem 3 Arcusäste vorhanden waren (entsprechend einer Kombination der Typen III und VII der Abb.9). Somit gab es bei dieser Variante nur 11 Fälle (18%), in denen der Rest der Äste sich der Norm entsprechend verhielten. LIPPERT (39) gibt 13 % an.

2.1.3. A. vertebralis sinistra als Ast des Arcus aortae (Abb.10)

HAFFERL (20) sagt hierzu: "Man sieht nicht selten, daß der Ursprung der A. vertebralis sich gegen den Aortenbogen hin verschoben hat, daß die Arterie sogar selbständig aus dem Bogen entspringen kann." Dieses Verhalten finde man nur beim Menschen und bei Phoca (ADACHI, 1).
"Der selbständige Ursprung der linken A. vertebralis aus der Aorta ist eine Anordnung, die nicht selten ist, da ja BOSNIAK sie in 6 % seiner Angiographien antrifft." (HELENON et al.,25). In den Fällen, in denen ich dieses Verhalten beobachtete, war die A. vertebralis sinistra immer vorletzter Ast des Aortenbogens; sie entsprang also immer proximal der A. subclavia sinistra. Insgesamt fand ich 5 direkt aus dem Arcus aortae entspringende Aa. vertebrales sinistrae (8%).
Davon gab es 3 Fälle mit sonst normal entspringenden Arcusästen, so daß hier 4 Arcusäste vorhanden waren (5%); LIPPERT (39) spricht von 3 %. In den anderen 2 Fällen war, wie schon oben erwähnt, ein gemeinsamer Stamm von Truncus brachiocephalicus und A. carotis communis sinistra vorhanden (Truncus communis); das sind 3 %, bei LIPPERT (39) sind es weniger als 1 %.

Entwicklungsgeschichtlich läßt sich eine direkt aus dem Arcus aortae proximal der A. subclavia sinistra entspringende linke A.vertebralis sinistra folgendermaßen erklären (Abb. 10): Die A.vertebralis verbindet als kranialwärts verlaufende Längsanastomose die ersten 6 Segmentalarterien miteinander. Wenn nun eine andere als die 6. Segmentalarterie persistiert, bleibt die Verbindung zwischen Aortenbogen und A. vertebralis sinistra erhalten, so daß diese direkt vom Arcus entspringt. Normalerweise obliterieren die 5 kranialen Segmentalarterien; nur die Verbindung zur 6. Segmentalarterie, der späteren A. subclavia, bleibt bestehen (LIPPERT, 39). GEGENBAUR (18) sagt, wenn andere Arterien aus dem Arcus entsprängen, so seien diese meist die linke A. vertebralis, selten beide; auch eine A. thyroidea ima wäre möglich.

Zur direkt aus dem Aortenbogen entspringende A. vertebralis sinistra werden noch folgende Häufigkeitsangaben gemacht:

ALVERDES (3): 4%, zwischen A. carotis communis sinistra und A. subclavia sinistra;
DASELER-ANSON (14): 2.46%;
HELENON e.a. (25): 6% (nach BOSNIAK);
LOOSE (40): 6%, davon in 0.6 ± 0.34% letzter Ast des Arcus aortae.

Eine direkt aus dem Aortenbogen entspringende rechte A. vertebralis wurde nie beobachtet: ALVERDES (3) sagt, sie entspringe immer aus der rechten A. subclavia, während ADACHI (1) behauptet, eine solche A. vertebralis sei eine große Seltenheit (nach KRAUSE, HOLZAPFEL und KEMMETMÜLLER). "Ich habe die rechte Arteria vertebralis hinter der linken A. subclavia aus dem Bogen der Aorta entspringen gesehen," meint dagegen HYRTL (34).

2.1.4. A. thyroidea ima als Ast des Arcus aortae

Ein einziges Mal wurde dieser Fall beobachtet (1.6%). LIPPERT (39) spricht von 1% bei einer Gesamthäufigkeit von etwa 6%; in dieser Arbeit waren es insgesamt 6 Fälle (9.8%); die restlichen 5 Aa. thyroideae imae entsprangen aus dem Truncus brachiocephalicus. Das Versorgungsgebiet dieser Arterien war jedesmal die Schilddrüse, in deren kaudalen Rand sie eintrat.

Weitere Varianten im Ursprung der Arcusäste wurden nicht beobachtet, so z.B. auch nicht die links entspringende A. subclavia dextra (= A. lusoria). Nach LIPPERT (39) kommt diese in 1 % der Fälle vor.

2.1.5. Vergleich der Varietäten der Aortenbogenäste

Varietät	ADACHI (1)	LIPPERT (39)	KNUTH
normales Verhalten	83.3 %	ca. 70 %	79 %
Tr. communis (insgesamt)	10.9 %	21 %	21 %
- mit sonstigem Normalverhalten	-	13 %	18 %
- mit aus dem Arcus entspringender A. vertebralis sin.	0.6 %	1 %	3 %
A.vertebralis sin. als Ast des Arcus	4.3 %	4 %	8 %
- mit sonstigem Normalverhalten	-	3 %	5 %
A.thyroidea ima als Ast des Arcus	-	1 %	1.6 %

2.2. Abgangswinkel der Aortenbogenäste

2.2.1. Allgemeines

Um bei retrograder Katheterisierung bei der Arteriographie der Aorta mit der Sonde in einen der drei Äste des Aortenbogens zu gelangen, bedarf es geschickter Handhabung des Gerätes, um dessen Verlaufsrichtung so zu dirigieren, daß es in diese Gefäße gelangt. Deshalb wird nach KUNKEL (35): "das Aufsuchen der Einzelgefäße durch Wechselspiel zwischen Führungsdraht und Katheter erleichtert, der für die rechte Carotis und bei jüngeren Patienten mit einer abgebogenen Spitze von etwa 120 Grad zu versehen ist. Für die Untersuchung älterer Patienten und für die linke A. carotis ist eine abgebogene Spitze von 60-90 Grad erforderlich."

Diesen angiographischen Erfordernissen sollen anatomische Grundlagen, nämlich die Messung der Abgangswinkel der Aortenbogenäste zur Verfügung gestellt werden (zur Meßmethode s. S. 2, Teil B).

2.2.2. Ermittelte Werte

Ich fand folgende Mittelwerte der Abgangswinkel der einzelnen Aortenbogenäste (Methode s.S. 2, Abb. 1 und 2):

Tr. brachiocephalicus: 62.7°;
Tr. communis: 67.3°;
A. carotis communis sin.: 63.8°;
A. carotis communis sin. als Ast des Tr. communis: 137.7°;
A. vertebralis sin.: 67.8°;
A. subclavia sin.: 71.3°.

Bei Durchsicht der angegebenen Literatur wurden keine vergleichbaren Angaben gefunden.

2.2.3. Altersabhängigkeit des mittleren Abgangswinkels (Abb.11 Diagramm 5)

Die Steilheit des mittleren Abgangswinkels der Äste eines Aortenbogens (Mittelwert der einzelnen Abgangswinkel der einem Aortenbogen zugehörigen Äste) ist vom Alter des Individuums abhängig. Je jünger das Individuum ist, desto "steiler", bzw. rechtwinkeliger ist dieser Winkel, und je älter das Individuum, desto "flacher" bzw. spitzwinkeliger ist der nach distal offene Winkel (mündliche Mitteilung von Prof. Pfeiffer, Chirurgische Klinik, München). Die Grenze zwischen "steil" bzw. "flach" wurde willkürlich bei 65° festgelegt. Diese Beziehung entspricht einer linearen Korrelation:

$$y = -0.49x + 102.68 \quad \text{mit } R = 36\ \%.$$

Laut Formel ergibt sich bei einem Grenzwert von 65° ein Alter von 77 Jahren; demnach wäre - mit einer Übereinstimmung von 36 % - unter einem Alter von 77 Jahren ein mittlerer Abgangswinkel von mehr als 65° zu erwarten, und bei einem Alter von über 77 Jahren ein mittlerer Abgangswinkel von kleiner als 65°.

Im untersuchten Material waren 34 Präparate vom "steilen","jugendlichen"Typ (56%), wovon 72% jünger als 77 Jahre waren; 27 Präparate gehörten dem "flachen","älteren"Typ an (44%); davon waren 50% älter als 77 Jahre.

2.3. Vergleich der Meßwerte des Truncus brachiocephalicus

Indirekte Angaben zur Länge des Truncus brachiocephalicus werden von einigen Autoren insofern gemacht, als sie die Länge der linken A. subclavia bzw. der linken A. carotis communis mit der der entsprechenden rechten Arterie vergleichen. Dabei ist die rechte Arterie jeweils um die Länge des Truncus brachiocephalicus kürzer als die Arterie der Gegenseite. Die Autoren kommen zu folgenden Ergebnissen: nach RAUBER-KOPSCH (52) ist die linke A. carotis communis um 4 - 5 cm länger als die rechte, bei TESTUT-LATARJET (67) sind es dagegen nur 20 - 25 mm. Die linke A. subclavia ist nach HOLLSTEIN (32) im ersten Abschnitt um 1" (bzw. 2.54 cm) länger als die rechte, nach TESTUT-LATARJET (67) ist die rechte A. subclavia um 25 - 35 mm kürzer als die linke; ganz allgemein: "Rechtsseitig ist die A. subclavia um die ganze Länge des Truncus anonymus kürzer als links." (HYRTL, 34).

Autoren	Länge (mm)	Durchmesser (mm)
ADACHI (1)	38.9 ± 7.21 QUAIN: 40 PELLEGRINI: 4.5 - 5	10 - 11 min: 8 max: 14
BENNINGHOFF (4)	20 - 30	-
CORNING (13)	kaum 20	-
DAVIES (15)	40 - 50	-
GEGENBAUR (18)	20 - 30	-
HARTMANN (23)	20 - 25	-
HOLLSTEIN (32)	1 1/4 - 1 3/4" bzw. 32 - 44	-
v.LANGER, TOLDT (37)	ca. 25	-
OERTEL (46)	ca. 20	-
RAUBER-KOPSCH (52)	40 - 50	-
SCHOBINGER-RUZICKA (57)	40 - 50	-
SIEGLBAUER (59)	ca. 40	-
STIEDA (65)	28 - 35	12 - 15
TESTUT-LATARJET (67)	28 - 35 min: 10 - 20 max: 50 - 55	12 - 15
KNUTH	44.4 ± 7.7 min: 25 max: 59	14.8 ± 2.28 min: 8.9 max: 20.8

2.4. Vergleich der Länge des Truncus communis

Autor	Länge (mm)
ADACHI (1) THOMSON (aus Adachi)	10; min: 5, max: 17 nicht größer als 1/2 inch bzw. 1.3 cm
KNUTH	15.7 ± 3.5; min: 10, max: 21

2.5. Vergleich des Durchmessers der A. carotis communis

Autor	Durchmesser (mm)
ADACHI (1)	meist 7; min: 6, max: 9 li > re: 9 mal, li < re: 13 mal, li = re: 33 mal
KNUTH	links: 8.8 ± 1.4; min: 6.2, max: 13.0 rechts:8.7 ± 1.5; min: 4.5, max: 12.7 li > re: 30 mal, li < re: 27 mal, li = re: 0

2.6. Vergleich des Durchmessers der A. subclavia

Nach v. LANZ-WACHSMUTH (38) seien die Durchmesser von A. subclavia sinistra und A. carotis communis am Ursprung gleich, nur wäre der rechte um 15 % größer als der linke, bedingt durch die größere Häufigkeit der Rechtshändigkeit.

Diese Aussage wird durch vorliegende Arbeit nicht bestätigt; die Mittelwerte der linken und der rechten A. subclavia unterscheiden sich nur um 0.02 mm, was etwa 0.2 % des Gesamtdurchmessers entspricht; es konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden (siehe Befundteil, 2.3.4.).

Autor	Durchmesser (mm)
ADACHI (1)	links: 7 od. 8; min: 6, max: 10 rechts:9; min: 6, max: 11
HENLE (27)	12
v. LANZ-WACHSMUTH (38)	zitierten Werte aus ADACHI
MERKEL (43)	12
KNUTH	links: 10.88 ± 1.5; min: 8.3, max: 15.3 rechts: 10.9 ± 1.9; min: 5.3, max: 15.4 li > re: 31 mal, li < re: 33 mal, li = re: 1 mal

3. Der Truncus thyrocervicalis

3.1. Allgemeines (Abb.12)

Der Truncus thyrocervicalis ist in den meisten Fällen ein kurzer kräftiger Stamm, der vom oberen ventralen Umfang der A. subclavia gegenüber dem Ursprung der A. thoracica interna am medialen Rand des M. scalenus anterior entspringt (FRICK, 16 und HAFFERL, 20). Der Truncus läuft nach kranial und zerfällt bald in seine Äste:

1) A. thyroidea inferior, die die 2) A. cervicalis ascendens abgibt, 3) A. transversa colli und 4) A. suprascapularis (A. transversa scapulae). (HAFFERL, 20).
Je nachdem, ob die A. cervicalis ascendens als Ast des Truncus thyrocervicalis oder der A. thyroidea inferior angesehen wird, werden dem Truncus 4 (siehe oben) bzw. 3 Äste zugeschrieben (DAVIES, 15 und SCHOBINGER, RUZICKA, 57).

Die A. transversa colli hat zwei Äste, die sehr stark variieren: 1) Ramus superficialis und 2) Ramus profundus. Beide Äste können gemeinsam vom Truncus thyrocervicalis entspringen. Der erste Ast kann aus dem Truncus abgehen und entspricht dann der A. cervicalis superficialis; der zweite Ast entspringt häufig selbständig direkt aus der A. subclavia (67%), lateral vom M. scalenus anterior, heißt dann A. scapularis descendens und zieht durch den Plexus brachialis. Oft geht aber die A. transversa colli als ein Gefäß direkt aus der A. subclavia ab (FRICK, 16 und HAFFERL, 20).

Einige Äste des Truncus können mit ihrem Usprung auf die A. subclavia verschoben sein (HAFFERL, 20), so daß man in solchen Fällen eigentlich gar nicht von einem Truncus thyrocervicalis sprechen kann. Diese Varianten haben DASELER-ANSON (14) in 6 Haupttypen und ADACHI (1) sogar in 20 Typen eingeteilt. Eine eigene Einteilung war mir aus schon erwähnten Gründen nicht möglich (s.S.2).

Deshalb wurden als Trunci thyrocervicales im Rahmen dieser Arbeit diejenigen Gefäßstämme zu Messungen herangezogen, die mindestens 3 Äste abgaben, und einer dieser Äste die A. thyroidea inferior als wichtigster Ast des Truncus war.

DASELER-ANSON (14) machen auf die ungewöhnliche Konstanz des Ursprungsortes des Truncus thyrocervicalis aufmerksam: "Der durchschnittliche Abstand der A. subclavia von der Anonyma zum Ursprung des Truncus thyrocervicalis betrug 2.35 cm, mit einem größten Abstand von 3.5 cm und einem kleinsten Abstand von 1.0 cm.
Der linke Truncus thyrocervicalis entsprang in einem durchschnittlichen Abstand von 4.40 cm vom Ursprung der A. subclavia, mit einem größten Abstand von 5.6 cm und einem kleinsten Abstand von 3.0 cm. Daraus ist ersichtlich, daß der Ursprung des Truncus thyrocervicalis viel weniger variabel als der der A. vertebralis oder der anderen großen Äste der A. subclavia ist. Wenn man bedenkt, daß die Differenz zwischen den Extremen dieses Gefäßursprunges auf beiden Seiten nur 2.5 - 2.6 cm beträgt, ist die Konstanz seiner Lokalisation tatsächlich faszinierend. Obwohl der Truncus thyrocervicalis in über 17 % der Fälle nicht vorhanden ist, sollte seine beständige Lokalisation, wenn vorhanden, ihn zum nützlichen anatomischen und chirurgischen Orientierungspunkt werden lassen. Wenn der Truncus thyrocervicalis selbst nicht vorhanden ist, ist gewöhnlich einer seiner größeren Äste, meistens die A. thyroidea inferior, an seinem üblichen Ursprungsort vorhanden. Dieser Gefäßstamm könnte so eine Hilfe zur Orientierung und zum Auffinden solch chirurgisch wichtiger Gebilde sein, wie der unteren Wurzeln und Stämme des Plexus brachialis, des N. phrenicus, des M. scalenus anterior und des Ductus thoracicus."

Da sich die Angaben weitestgehend mit den von RUSH, HORIE und KLEIN (55) und von mir gefundenen Werten decken, kann diese These unterstützt werden (s. folgenden Abschnitt 3.2).

Das besondere chirurgische Interesse am Truncus thyrocervicalis machen neben HELMAN, BENNETT (26), RUSH, HORIE, KLEIN (55) und TÖNDURY (68) besonders SCHOBINGER und RUZICKA (57) deutlich: "Indikationen für die selektive Angiographie des Truncus thyrocervicalis stellen meistens das Vorhandensein verschiedener Arten neoplastischer Vorgänge im Versorgungsgebiet des Truncus. Manchmal ist es hierbei möglich, Adenome in den Epithelkörperchen zu lokalisieren. Diese Technik sollte ebenso einen wirkungsvollen Weg darstellen, ein Schilddrüsenkarzinom im frühen Stadium zu diagnostizieren, da dieses Neoplasma eines der am höchst vaskularisierten Tumoren ist."

Aber auch zur lokalen Applikation von Zytostatika bei Malignomen im Versorgungsgebiet wird man den Truncus katheterisieren können. Der Truncus selbst ist wegen seiner geringen Länge nicht punktierbar (RUSH, HORIE, KLEIN, 55; Abb.12).

3.2. Meßwerte von Tr. thyrocervicalis und A. thyroidea inferior

Die Meßwerte folgender Größen betragen für den Truncus thyrocervicalis:

Außendurchmesser: 5.77 mm (links) bzw. 6.48 mm (rechts);
Innendurchmesser: 4.77 mm (links) bzw. 5.11 mm (rechts);
Doppelte Wanddicke: 1.00 mm (links) bzw. 1.48 mm (rechts);
Mittlere einfache Wanddicke: 0.5mm (links) bzw. 0.74mm (rechts).

Autor	Länge: Tr. thyrocerv. (mm) li	re	Abstand: Arcus-Tr.thyrocerv. (mm) li	re	Abstand: Tr. brachioceph.-Tr.thyrocerv. (mm)
DASELER-ANSON (14)	8.95 min:0 max:37	8.6 min:1 max:38	44 min:30 max:56	-	23.5 min:10 max:35
RUSH, HORIE, KLEIN (55)	8 ± 6		47.6 ± 31.3		28.9 ± 15.2
SCHOBINGER, RUZICKA(57)	gewöhnlich 10		-	-	-
KNUTH	4.4±2.2 min:0 max:13	3.6±2.3 min:0 max:13	48.6±8.7 min:25 max:70	73.25±9.46 min:52 max:94	25.7±4.7 min:16 max:40

Folgende Mittelwerte gelten für die A. thyroidea inferior:

Außendurchmesser: 3.8 mm (links) bzw. 4.15 mm (rechts);
Innendurchmesser: 2.9 mm (links) bzw. 3.16 mm (rechts);
Doppelte Wanddicke:0.84 mm (links) bzw. 0.97 mm (rechts);
Mittlere einfache Wanddicke:0.41mm (links) bzw. 0.49mm(rechts).

3.3. Variation: A. thoracica interna als Ast des Truncus thyrocervicalis

Die einzige Variation, über die ich berichten kann, ist der gemeinsame Ursprung von Truncus thyrocervicalis und A. thoracica interna. Dieses Verhalten wurde insgesamt 12 mal (bei 129 Präparaten 9%) gefunden, 9 mal links (bei 66 Präparaten 14%) und 3 mal rechts (63 Präparate, 5%), davon 2 mal links und rechts (bei 63 Präparaten 3%).

DASELER-ANSON (14) fanden dies zu 7.40 % links (in 57 Fällen) und zu 1.43 % rechts (in 11 Fällen; in insgesamt 68 von 770 Fällen bzw. 8.83 %). ADACHI (1) macht nur ungefähre Angaben: die A. thoracica interna entspränge in 13.1 ± 2.36 % (insgesamt 28 mal) gemeinsam mit anderen Ästen der Subclavia; davon in 18 Fällen gemeinsam mit dem Truncus thyrocervicalis (8.42 %).

4. Die A. thyroidea ima

4.1. Allgemeines

Im Rahmen dieser Arbeit wurde an 6 von 61 Präparaten eine A. thyroidea ima gefunden (9.8 %). Dabei wurden aber nur solche Arterien registriert, die vom Arcus aortae (1 mal bzw. 1.6 %) oder vom Truncus brachiocephalicus (5 mal bzw. 8.2 %) entsprangen. In allen Fällen verlief die Arterie kranialwärts zum Unterrand der Schilddrüse; nach HYRTL (33) und SAPPEY (56) entspricht diese "überzählige unpaare Schilddrüsenarterie der A. thyroidea ima s. NEUBAUERI."

Die Gesamthäufigkeit wird allgemein mit 6 % bzw. 10 % angegeben (ADACHI 1, HAFFERL 20, LIPPERT 39, RAUBER-KOPSCH 52, ROHEN 53, STARCK-FRICK 64, WALDEYER 70). "Eine A. thyroidea ima, unpaar ausgebildet, mit Zweigen an Schilddrüse, Thymus und Trachea, kommt in etwa 10 % der Fälle vor. Die Arterie kann auch aus dem Truncus brachiocephalicus entspringen (neben dem Ursprung aus dem Aortenbogen)." (FRICK 16).

Folgende weitere Ursprungsorte - von Arcus aortae und Truncus brachiocephalicus abgesehen - werden in der Literatur beschrieben:

A. carotis communis: RAUBER-KOPSCH 52;
links: HYRTL 33;
rechts: HYRTL 33, LIPPERT 39;
A. subclavia: ALVERDES 3, HYRTL 33, RAUBER-KOPSCH 52, LIPPERT 39;
A. thoracica:interna: HYRTL 33, LIPPERT 39;
Truncus thyrocervicalis: HYRTL 33, RAUBER-KOPSCH 52;
A. thyroidea inferior: HYRTL 33, LIPPERT 39;
A. transversa scapulae: HYRTL 33;
A. suprascapularis: LIPPERT 39;
aus einer anderen Arterie der kaudalen Halsgegend: RAUBER-KOPSCH 52;
niemals links liegender Ursprung: ADACHI 1;
fast immer eine Arterie der rechten Körperhälfte: HYRTL 33;
doppeltes Vorkommen beschrieben: LIPPERT 39.

Diese unpaare 5. Schilddrüsenarterie versorgt Isthmus und Lobus pyramidalis der Schilddrüse (ROMER,54) und verdient aus folgendem Grunde besondere chirurgische Beachtung: "Bei Durchtrennung retrahiert sich der proximale Stumpf stark, so daß es, wenn das Gefäß nicht unterbunden wurde, zu nachträglichen Blutungen in das Mediastinum kommt." (HAFFERL,20).

Zur vergleichenden Anatomie läßt sich folgendes sagen:
"Weiter ist bei Pan (Hominoidea) der Ursprung einer A. thyroidea ima zwischen A. brachiocephalica und A. carotis sinistra bekannt ..., eine beim Menschen allerdings nicht so häufig vorkommende Varietät (SUTTON, DE GARIS, ADACHI). Bei Homo und Pan entspringt eine A. thyroidea ima häufiger aus der A. carotis communis sinistra..." (HERTWIG, 29).

Die Entstehung der A. thyroidea ima läßt sich nach DASELER, ANSON (14) entwicklungsgeschichtlich folgendermaßen erklären: "WELLER jedoch hat aufgrund ausgedehnter embryologischer Studien gezeigt, daß die primitive arterielle Versorgung der Schilddrüse im Menschen von kaudalen Quellen aus erfolgt, erst von medial und dann von lateral aus. Im 16 mm langen Embryo bilden große Kanäle, die von der A. carotis, A. anonyma und dem Aortenbogen entspringen, ausgedehnte Verzweigungen zwischen den Zellgruppen der medianen Schilddrüse; erst zu einem späteren Zeitpunkt, beim 23 mm langen Embryo, haben die lateralen Bestandteile eine ähnliche Anordnung. Somit kann diese hiläre Versorgung mit arteriellem Blut für die Schilddrüse ihre primitiven Verbindungen mit der A. carotis, dem Aortenbogen oder der A. anonyma beibehalten werden und zu einer abnormalen A. thyroidea inferior werden; diese können kleiner werden und nur als akzessorische Gefäße dienen und auf diese Weise zur A. thyroidea ima werden; oder sie stellen ihre Funktion ein, obliterieren und verschwinden vollständig."

4.2. Ermittelte Werte der A. thyroidea ima

Die Häufigkeit betrug 9.8 %; 1 mal entsprang die A. thyroidea ima aus dem Arcus aortae zwischen Truncus brachiocephalicus und A. carotis communis sinistra (1.6 %) und 5 mal aus dem Truncus brachiocephalicus (8.2 %).
Der Außendurchmesser betrug im Mittel 2.53 mm, der Innendurchmesser 2.02 mm und die doppelte Wanddicke 0.52 mm; somit ergab sich eine mittlere einfache Wanddicke der A. thyroidea ima von 0.26 mm.

4.3. Häufigkeit und Verteilung der A. thyroidea ima im Vergleich

Autor	Gesamtfälle	Ursprung vom Arcus aortae	Ursprung vom Tr. brachiocephalicus
ADACHI (1)	9.7 ± 2.46 %	ca. 0.4 %	7.8 ± 1.58 %
BENNINGHOFF (4)	-	10 %	-
HAFFERL (20)	8 - 10 %	-	-
LIPPERT (39)	6 %	1 %	3 %
RAUBER-KOPSCH (52)	10 %	0.5 %	6.2 %
ROHEN (53)	8 - 10 %	-	-
STARCK-FRICK (64)	ca. 10 %	-	-
WALDEYER (70)	10 %	-	-
KNUTH	9.8 %	1.6 %	8.2 %

F) ZUSAMMENFASSUNG

Ich habe an insgesamt 115 Leichen im Bereich des Arcus aortae, seiner Äste und des Truncus thyrocervicalis Variationen, Verlauf, Lage, Länge und Durchmesser beschrieben.

1) Die Abweichung des proximalen, ventralen Teiles des Arcus aortae von der Frontalebene weg nach dorsal unterliegt großen Schwankungen (zwischen 30° und 90°); die Abweichung dieses Teiles ist jedoch kleiner als die des gesamten Bogens, da dieser sich in seinem zweiten Teil meist viel stärker der Sagittalebene annähert.

2) Die Häufigkeit der von mir gefundenen Variationen im Ursprung der Aortenbogenäste deckte sich weitgehend mit den Angaben in der Literatur. Die häufigste Variante war mit 21 % der Truncus communis; des weiteren fanden sich als Äste des Arcus aortae in 8 % der Fälle eine A. vertebralis sinistra und in 1.6 % eine A. thyroidea ima.

3) Vom Alter eines Individuums kann man mit einer Wahrscheinlichkeit von 36 % auf den mittleren Abgangswinkel - also den Mittelwert der einzelnen Abgangswinkel an einem Aortenbogen - der Aortenbogenäste schließen: unter 77 Jahren beträgt dieser Winkel mehr als 65° (Steiltyp), und über 77 Jahren weniger als 65° (Flachtyp).

4) Die Außendurchmesser der Aortenbogenäste zeigten keine signifikanten Unterschiede zwischen rechter und linker Seite.

5) Als ein variabler Ast des Truncus thyrocervicalis fand sich in insgesamt 9 % der Fälle eine A. thoracica interna. Signifikante Unterschiede ergaben sich bei den Außendurchmessern, den doppelten Wanddicken und den Abständen des Truncus thyrocervicalis vom Arcus aortae zwischen beiden Seiten, wobei die Werte der linken Seite jeweils kleiner als die der rechten waren. Eine anfangs vermutete Beziehung zwischen Kaliber und Länge des Truncus thyrocervicalis fand sich nicht.

6) Eine A. thyroidea ima war in insgesamt 6 bzw. rund 10 % der Fälle nachweisbar; ein mal (1.6%) entsprang sie vom Arcus aortae und 5 mal (8.2%) vom Truncus brachiocephalicus.

G) ABBILDUNGEN UND DIAGRAMME

Zeichenerklärung: A: Arcus aortae, Ax: A. axillaris, C: A. carotis communis, Cd: A. carotis communis sin., Cs: A. carotis communis dext., Cp: A. carotis primaria, S: A. subclavia, Tb: Truncus brachiocephalicus, Tc: Truncus communis, Thi: A. thoracica interna, Ti: A. thyroidea inferior, V: A. vertebralis.

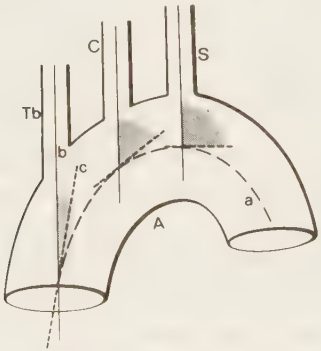


Abb.1: Gefäßachsen und Winkel am Aortenbogen; a) Achse des Arcus, b) Achse der Äste, c) Tangenten, ▨ Abgangswinkel der Äste.

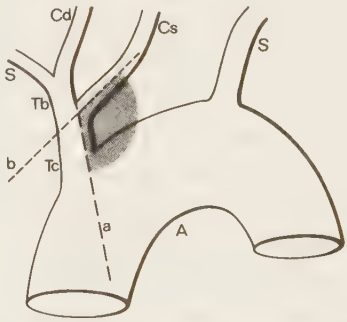


Abb.2: Winkel zwischen Tr.communis und A.carotis comm.sin.; a) Achse des Tr. communis, b) Achse der A. carotis comm. sin., ▨ gemessener Winkel.

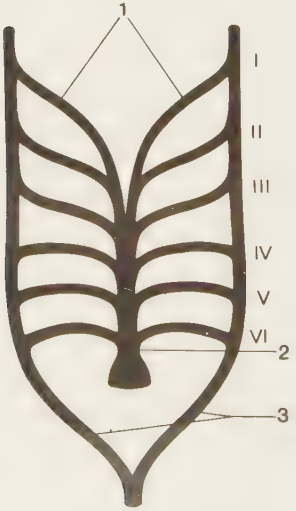


Abb.3: Embryonale Kiemenbogenarterien bei den Wirbeltieren (nach BOLK-GÖPPERT,6); I-VI) embryon.Kiemenbogenarterien, 1)ventrale Aorten, 2)Tr.arteriosus, 3)dorsale Aorten.

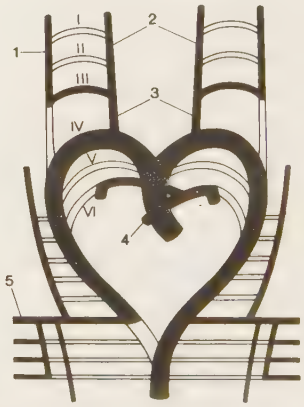


Abb.4: Entwicklung der Kiemenbogenarterien beim Menschen (nach LIPPERT,39); I-VI:embryon.Kiemenbogenarterien, 1)A.carotis ext., 2) A.carotis int., 3) A. carotis comm., 4) A.pulmonalis, 5) A.subclavia.

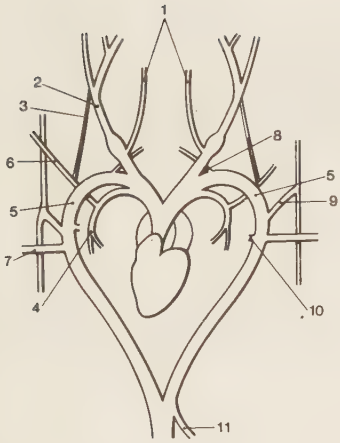


Abb.5: Rana esculenta, Äste der Aortenbögen (aus BOLK-GÖPPERT,6, nach GAUPP); 1) A.carotis ext., 2) A.carotis int., 3) Lig.carotico-aorticum, 4) A.pulmonalis, 5) Arcus aortae, 6) A.cutanea magna, 7) A.subclavia, 8) A.laryngea, 9) A.occipito-vertebralis, 10) A.oesophagea, 11) A.coeliaco-mesenterica.

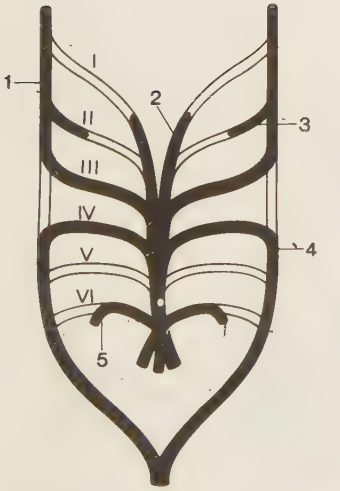


Abb.6: Crocodilus, Aortenbögen (aus BOLK-GÖPPERT,6, nach SHIINDO); I-VI) embryon.Kiemenbogenarterien, 1) A.carotis dorsalis, 2) A.carotis ventralis, 3) A.temporo-orbitalis, 4) Arcus aortae, 5) A.pulmonalis.

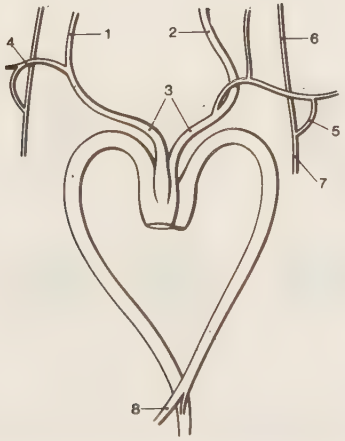


Abb.7: Crocodilus niloticus, Aortenbögen und ihre Äste (aus BOLK-GÖPPERT,6, nach HOFSTETTER); 1) A. collateralis colli, 2) A.carotis subvertebralis, 3) Aa.anonymae, 4) A.subclavia, 5) A.vertebralis comm., 6) A.vertebralis cervicalis, 7) A.vertebralis thoracalis, 8) A. coeliaca mesenterica.

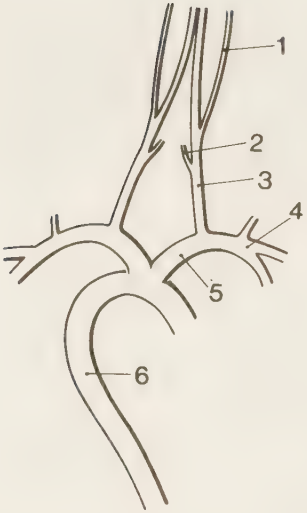


Abb.8: Anser, Äste des Arcus aortae (nach BOLK-GÖPPERT,6);
1) A.comes nervi vagi, 2) A.vertebralis, 3) A.carotis communis, 4) A.subclavia, 5) A.brachiocephalica, 6) Aorta.

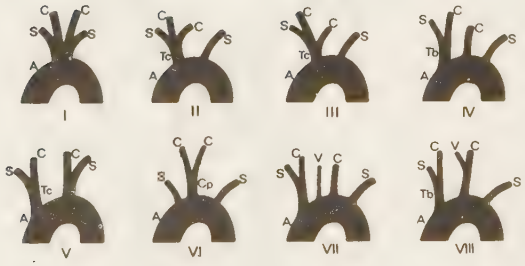


Abb.9: Säuger, Äste des Arcus aortae mit ihren häufigsten Abgangsvariationen (modifiziert nach BOLK-GÖPPERT,6, und HOFER-SCHULTZ-STARCK,30).

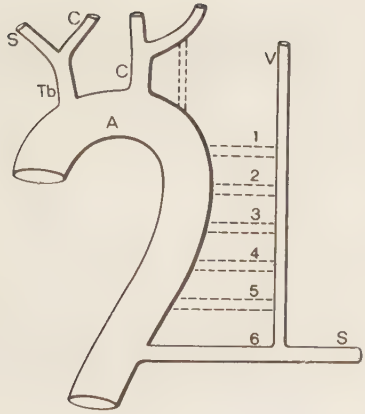


Abb.10: Schicksale der kranialen Segmentalarterien (aus BRANDT,7, nach FISCHEL);
——persistierende Gefäße,
----obliterierende Gefäße,
1-6) Segmentalarterien.

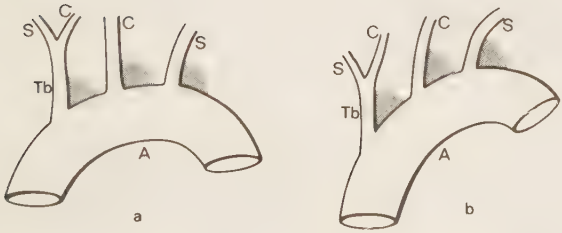


Abb.11: Abgänge der Aortenbogenäste, Verzweigungstypen;
a)"steiler","jugendlicher" Typ,
b)"flacher","älterer" Typ.

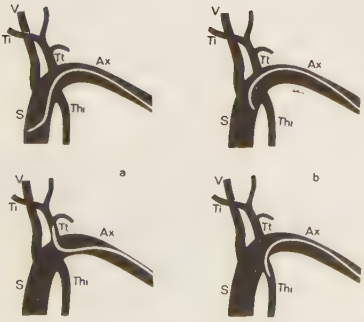


Abb.12: Katheterisierung von
a) Tr.thyrocervicalis und
b) A.thoracica interna,
(nach SCHOBINGER,RUZICKA,57).

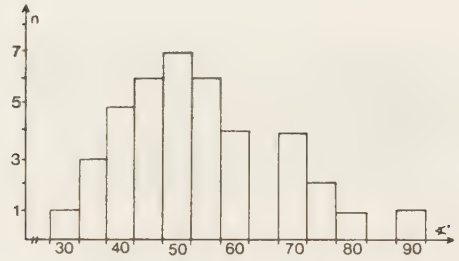


Diagramm 1: Winkel zwischen Arcus aortae und Frontalebene, Häufigkeitsverteilung.

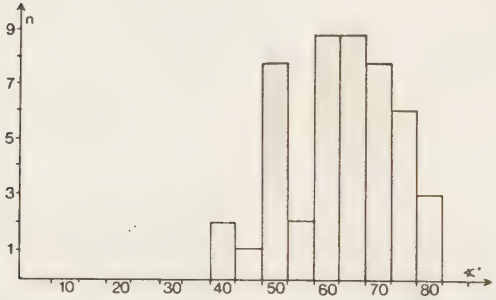


Diagramm 2: Winkel zwischen Arcus aortae und Tr. brachiocephalicus, Häufigkeitsverteilung.

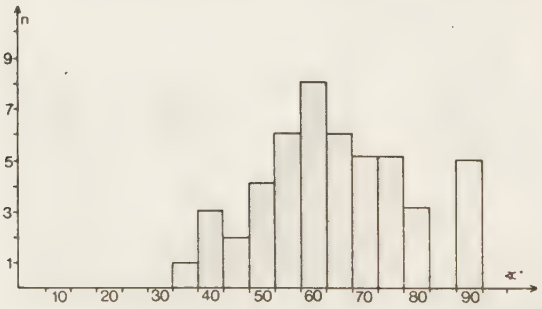


Diagramm 3: Winkel zwischen Arcus aortae und A. carotis comm.sin., Häufigkeitsverteilung.

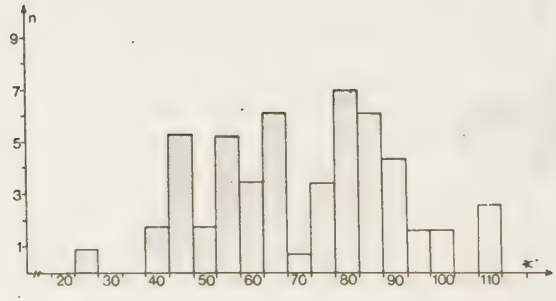


Diagramm 4: Winkel zwischen Arcus aortae und A.subclavia sin., Häufigkeitsverteilung.

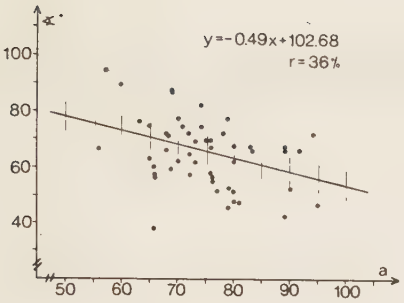


Diagramm 5: Altersabhängigkeit der Verzweigungstypen, lineare Korrelation.

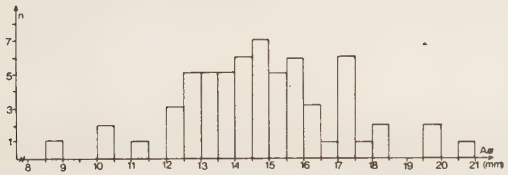


Diagramm 6: Außendurchmesser des Tr.brachiocephalicus, Häufigkeitsverteilung.

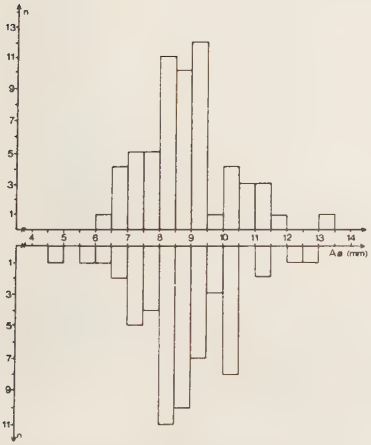


Diagramm 7: Außendurchmesser der A.carotis comm., Häufigkeitsverteilung;
oben: linke Seite,
unten: rechte Seite.

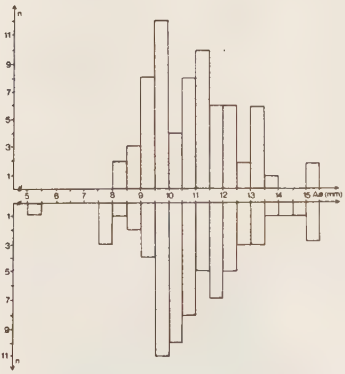


Diagramm 8: Außendurchmesser der A.subclavia, Häufigkeitsverteilung;
oben: linke Seite,
unten: rechte Seite.

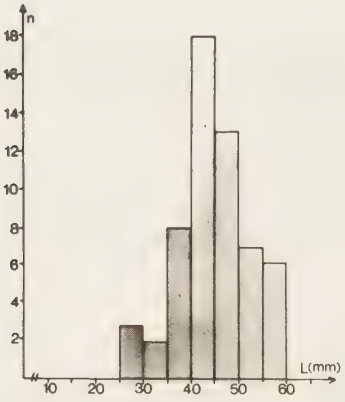


Diagramm 9: Länge des Tr.brachiocephalicus, Häufigkeitsverteilung.

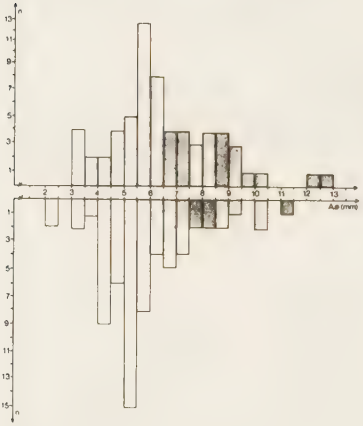


Diagramm 10: Außendurchmesser des Tr.thyrocervicalis, Häufigkeitsverteilung;
oben: linke Seite,
unten: rechte Seite.

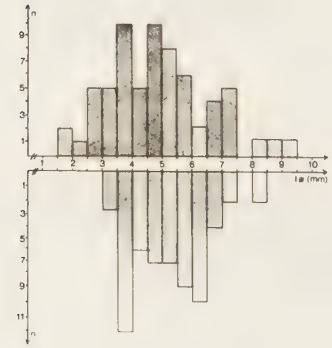


Diagramm 11: Innendurchmesser des Tr.thyrocervicalis, Häufigkeitsverteilung;
oben: linke Seite,
unten: rechte Seite.

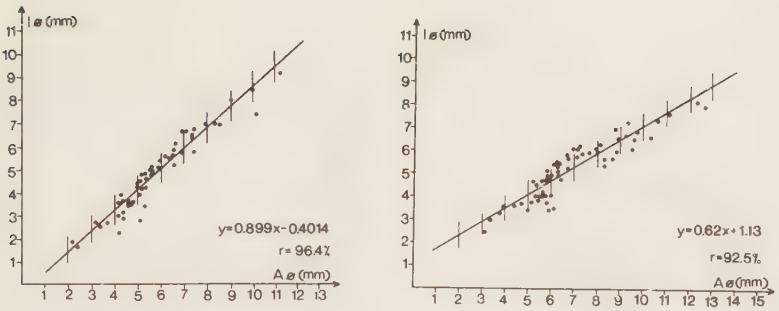


Diagramm 12: Korrelation zwischen Außen- und Innendurchmesser des Tr.thyrocervicalis;
linke Seite - rechte Seite.

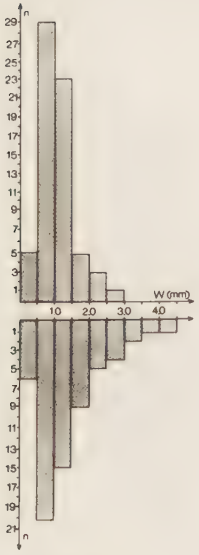


Diagramm 13: Doppelte Wanddicke des Tr.thyrocervicalis,
Häufigkeitsverteilung;
oben: linke Seite,
unten: rechte Seite.

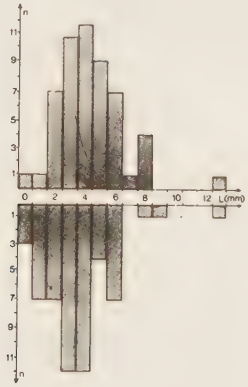


Diagramm 14: Länge des Tr. thyrocervicalis, Häufigkeitsverteilung;
oben: linke Seite,
unten: rechte Seite.

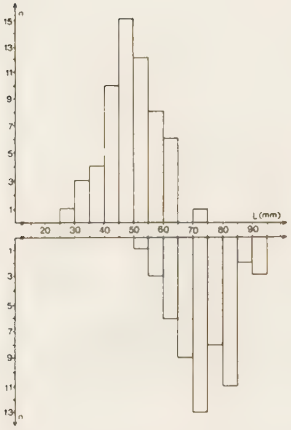


Diagramm 15: Abstand des Tr. thyrocervicalis vom Arcus aortae, Häufigkeitsverteilung;
oben: linke Seite,
unten: rechte Seite.

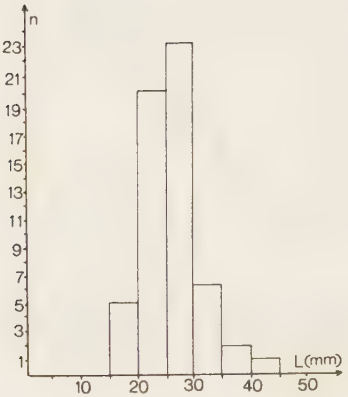


Diagramm 16: Abstand des Tr.thyrocervicalis dext. vom Tr.brachiocephalicus, Häufigkeitsverteilung.

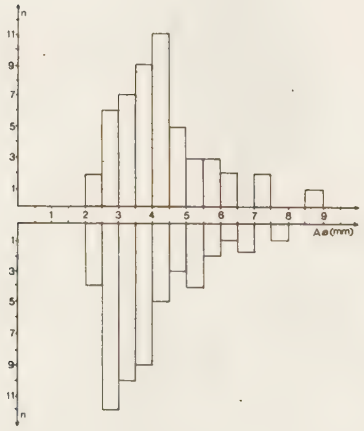


Diagramm 17: Außendurchmesser der A.thyroidea inferior, Häufigkeitsverteilung;
oben: linke Seite,
unten: rechte Seite.

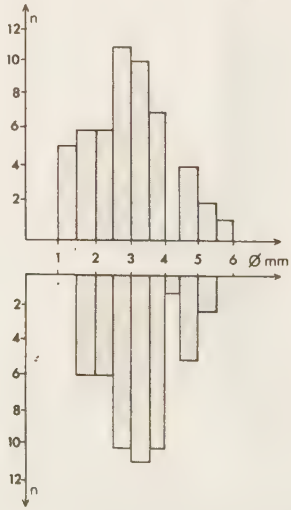
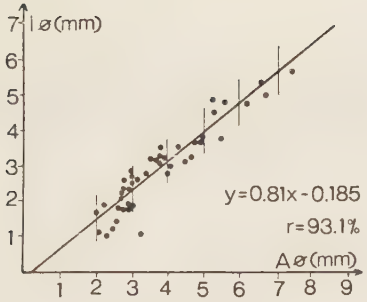


Diagramm 18: Innendurchmesser der A.thyroidea inferior, Häufigkeitsverteilung;
oben: linke Seite,
unten: rechte Seite.



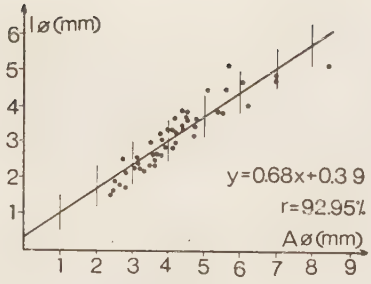


Diagramm 19: Korrelation zwischen Außen- und Innendurchmesser der A.thyroidea inferior, linke Seite - rechte Seite.

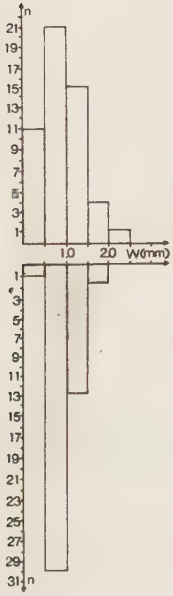


Diagramm 20: Doppelte Wanddicke der A.thyroidea inferior, Häufigkeitsverteilung;
oben: linke Seite,
unten: rechte Seite.

H) TABELLEN

Die waagrechten Reihen der Tabellen enthalten die Werte einer Gefäßart, die senkrechten Spalten die Daten aller Gefäße einer Leiche. Die Benennung der Winkel erfolgt in Bogengraden, diejenige der Durchmesser und der Längen in Millimeter.

Tabelle 1

A Fortlaufende Nummer/Alter/Geschlecht (WS 77/78)

B Winkel: Arcus aortae/Tr. brachiocephalicus
C Winkel: Arcus aortae/Tr. communis
D Winkel: Arcus aortae/A. carotis communis sin.
E Winkel: Arcus aortae/A. subclavia sin.
F Winkel: Arcus aortae/A. vertebralis sin.
G Winkel: mittlerer Abgangswinkel

H Außendurchmesser: Tr. brachiocephalicus
I Außendurchmesser: Tr. communis
J Außendurchmesser: A. carotis communis sin./dext.
K Außendurchmesser: A. subclavia sin./dext.
L Außendurchmesser: A. vertebralis sin.
M Innendurchmesser: A. vertebralis sin.
N Außendurchmesser: A. thyroidea ima
O Innendurchmesser: A. thyroidea ima
P Außendurchmesser: Tr. thyrocervicalis sin./dext.
Q Innendurchmesser: Tr. thyrocervicalis sin./dext.
R Außendurchmesser: A. thyroidea inf. sin./dext.
S Innendurchmesser: A. thyroidea inf. sin./dext.

L-M Doppelte Wanddicke: A. vertebralis sin.
N-O Doppelte Wanddicke: A. thyroidea ima
P-Q Doppelte Wanddicke: Tr. thyrocervicalis sin./dext.
R-S Doppelte Wanddicke: A. thyroidea inf. sin./dext.

T Länge: Tr. brachiocephalicus
U Länge: Tr. comminus
V Länge: Abstand Arcus aortae - Tr. thyrocervicalis sin./dext.
W Länge: Abstand Tr. brachiocephalicus - Tr. thyrocervicalis dext.
X Länge: Tr. thyrocervicalis sin./dext.

'in D: Winkel: Tr. communis/A. carotis communis sin.
'in P und Q: A. thoracica int. ist Ast des Tr. thyrocervicalis
'in X: A. thoracica int. ist Ast des Tr. thyrocervicalis

A	1/63/w	2/70/m	3/-/-	4/78/w	5/-/-	6/-/-	7/68/m	8/-/-	9/89/w
B	60	65	-	-	-	-	50	-	40
C	-	-	-	70	-	-	-	-	-
D	80	80	-	100'	-	-	75	-	45
E	-	80	-	40	-	-	90	-	45
F	90	85	-	-	-	-	-	-	-
G	76.7	77.5	-	55.0	-	-	71.7	-	43.3
H	13.5	16.6	-	17.4	-	-	13.7	-	14.8
I	-	-	-	21.2	-	-	-	-	-
J	8.0/8.9	11.8/12.7	-	8.9/10.3	-	-	6.5/8.0	-	9.2/8.7
K	8.5/9.6	13.3/14.5	8.9/9.7	11.6/13.6	-/10.6	8.3/10.5	9.1/10.4	10.0/9.0	11.4/10.3
L	-	3.8	-	-	-	-	-	-	-
M	-	3.4	-	-	-	-	-	-	-
N	-	-	-	-	-	-	-	-	-
O	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P	4.2/7.2	6.4/8.5	-/6.2	5.4/5.5	-/5.0	4.8/6.2	5.3/5.5	5.5/6.6	2.4/5.2
Q	3.5/5.0	5.5/5.8	-/5.4	4.2/4.2	-/3.8	3.6/5.4	4.6/4.8	4.5/5.4	1.7/4.1
R	3.1/5.6	5.2/5.7	-/4.2	-/3.8	-	3.0/3.8	2.7/2.6	2.5/2.8	2.1/2.8
S	2.6/4.5	4.9/5.2	-	-/2.7	-	2.8/3.3	1.0/1.8	1.2/1.8	1.1/2.0
T	-	0.4	-	-	-	-	-	-	-
U	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V-O	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P-S	0.2/1.2	0.6/2.7	-/0.8	1.2/1.3	-/1.2	1.8/0.8	0.8/0.7	1.0/1.2	0.7/1.1
R-S	0.5/1.1	0.4/0.5	-	-/1.1	-	0.8/0.5	1.3/0.8	1.3/1.0	1.0/0.6
Z	37	57	-	36	-	-	41	-	44
AA	-	-	-	20	-	-	-	-	-
AB	43/64	49/83	-	49/84	-	-	52/70	-	43/70
AC	24	28	-	28	-	-	20	-	26
AK	3/4	2/4	-/3	-/8	-	3/4	4/2	2/3	3/1

A	10/94/w	11/72/w	12/72/w	13/-/-	14/80/w	15/-/-	16/-/m	17/-/-	18/90/w
B	65	60	60	-	50	-	60	-	-
C	-	-	-	-	-	-	-	-	50
D	75	70	55	-	50	-	55	-	160'
E	80	90	80	-	45	-	45	-	55
F	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G	73.3	73.3	65.0	-	48.3	-	53.3	-	52.5
H	15.1	13.1	12.9	-	13.6	-	18.3	-	15.0
I	-	-	-	-	-	-	-	-	18.9
J	8.3/7.2	7.7/8.3	8.0/7.3	-	8.3/9.3	-	8.5/8.6	-	8.6/7.4
K	11.6/10.7	9.9/10.3	10.5/11.2	10.8/11.0	10.9/10.2	9.1/-	12.5/12.2	8.8/-	9.6/8.9
L	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N	-	-	-	-	-	-	-	-	-
O	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P	9.1/-	5.4/4.6	5.4/3.0	7.5/5.6	5.3/6.2	5.6/-	6.2/6.2	5.7/-	8.0'/10.2'
Q	6.7/-	4.6/3.8	4.5/3.4	6.3/5.9	4.5/5.0	5.2/-	5.6/5.2	4.7/-	7.0/6.8
R	5.1/-	-	3.0/4.4	5.0/3.8	2.8/4.2	5.0/-	5.3/4.8	-	6.8/7.0
S	4.1/-	-	3.4/3.5	3.7/3.1	2.4/3.0	5.3/-	4.5/3.7	-	5.0/4.8
T	-	-	-	-	-	-	-	-	-
U	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V-O	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P-S	1.4/-	0.8/0.8	0.9/1.6	0.7/0.7	0.8/1.2	1.4/-	0.6/1.0	1.0/-	1.0/3.4
R-S	1.0/-	-	0.5/0.9	1.3/0.7	0.4/1.0	1.3/-	0.8/1.1	-	1.8/2.2
Z	54	39	41	-	38	-	45	-	39
AA	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AB	58/-	52/71	52/81	-	49/73	-	37/20	-	61/72
AC	-	32	40	-	35	-	25	-	33
AK	5/-	4/-	3'/3	5/3	6/4	4/-	4/2	-	4'1/2'

A	19/95/m	20/89/w	21/80/m	22/72/w	23/73/w	24/83/w	25/76/w	26/76/m
B	75	-	-	60	65	-	70	-
C	-	80	65	-	-	70	-	65
D	40	120'	125'	60	65	130'	60	140'
E	25	55	60	55	80	65	45	75
F	-	-	-	-	-	-	-	-
G	46.7	67.5	62.5	58.3	70.0	67.5	58.3	70.0
H	17.8	18.1	17.0	16.3	17.0	14.3	14.6	15.7
I	-	23.5	25.9	-	-	21.3	-	25.0
J	9.0/9.5	10.8/11.4	11.3/10.3	7.9/9.4	8.0/9.1	9.2/9.4	7.4/7.9	9.8/11.3
K	11.0/12.4	9.8/8.3	13.0/12.3	9.7/13.2	11.2/12.4	11.5/9.4	9.5/10.4	15.0/15.4
L	-	-	-	-	-	-	-	-
M	-	-	-	-	-	-	-	-
N	-	3.5	-	3.5	-	-	-	-
O	-	3.1	-	2.7	-	-	-	-
P	7.4/3.3	6.6'/4.0	5.9/6.2	5.7'/5.9	5.6/6.0'	5.0/6.0	5.2'/5.0	6.9/8.8
Q	6.4/3.0	5.9/3.6	5.1/5.5	5.0/4.1	5.0/5.5	4.3/3.6	4.8/3.8	5.8/6.7
R	5.0/-	4.8/-	-/3.1	3.3/3.5	-/3.1	2.2/4.2	2.7/4.2	3.0/6.1
S	3.8/-	3.7/-	-/2.3	2.5/2.4	-/2.3	1.9/3.0	2.2/3.7	2.8/4.7
L-M	-	-	-	-	-	-	-	-
N-O	-	0.4	-	0.8	-	-	-	-
P-Q	1.0/0.3	0.7/0.4	0.8/0.7	0.7/1.8	0.6/0.5	0.7/2.4	0.4/1.2	1.1/2.1
R-S	1.2/-	1.1/-	-/0.8	0.8/1.1	-/0.8	0.3/1.2	0.5/0.5	0.2/1.4
T	39	44	40	56	56	45	49	-
U	-	21	17	-	-	14	-	-
V	60/62	51/94	58/82	46/80	41/83	42/77	57/73	62/-
W	23	29	25	24	27	18	24	23
X	3/-	3'/-	-/2	5'/2	1/1'	2/6	8'/4	6/3

A	27/80/w	28/74/m	29/74/m	30/69/m	31/-/-	32/76/m	33/-/m	34/-/m	35/-/-
B	50	70	-	65	-	60	65	-	-
C	-	-	65	-	-	-	-	75	-
D	50	70	160'	90	-	70	70	125'	-
E	55	85	95	110	-	65	85	85	-
F	-	-	90	-	-	-	-	-	-
G	51.7	75.0	83.3	88.3	-	65.0	73.3	80.0	-
H	14.1	19.7	17:2	15.2	-	14.4	12.9	20.8	-
I	-	-	23.8	-	-	-	-	26.35	-
J	7.3/-	11.4/8.6	10.0/9.2	8.5/-	-	9.3/9.6	8.5/8.4	13.0/10.2	-
K	11.3/13.2	13.5/12.9	11.4/11.3	10.3/-	-/9.5	13.1/12.9	11.2/10.6	12.2/11.5	9.6/9.7
L	-	-	4.7	-	-	-	-	-	-
M	-	-	4.3	-	-	-	-	-	-
N	-	-	2.5	-	-	2.0	-	-	-
O	-	-	1.8	-	-	1.4	-	-	-
P	4.6/-	7.0/5.4	-	4.2/-	-/5.5	7.5/6.3	4.2/5.4	10.0/12.2	3.2/4.3
Q	3.4/-	6.7/4.1	-	3.4/-	-/4.1	5.8/4.8	3.0/4.6	8.5/8.4	2.7/3.7
R	4.1/-	3.8/3.1	-	4.0/-	-/3.5	3.6/4.0	2.7/3.1	-/7.0	2.9/2.4
S	3.0/-	3.5/2.5	-	3.5/-	-/2.7	2.8/3.4	1.8/2.6	-/4.9	2.3/1.5
L-M	-	-	0.4	-	-	-	-	-	-
N-O	-	-	0.7	-	-	0.6	-	-	-
P-Q	1.2/-	0.3/1.3	-	0.8/-	-/1.4	1.7/1.5	1.2/0.8	1.5/3.8	0.5/0.6
R-S	1.1/-	0.3/0.6	-	0.5/-	-/0.8	0.8/0.6	0.9/0.5	-/2.1	0.6/0.9
T	-	55	43	-	-	47	42	49	-
U	-	-	15	-	-	-	-	14	-
V	45/-	41/79	59/83	60/-	-	43/75	48/63	46/87	-
W	-	24	25	-	-	28	21	24	-
X	5/-	7/13	-	4/-	-/5	13/1	6/6	-/6	4/6

A	36/78/m	37/68²/w	38/76/w	39/65/m	40/66/w	41/57/w	42/79/w	43/79/m
B	80	65	75	70	-	-	50	50
C	-	-	-	-	90	65	-	-
D	80	60	60	75	150'	135'	70	45
E	60	90	65	80	100	50	110	45
F	-	-	-	-	-	-	-	-
G	73.3	71.7	66.7	75.0	95.0	57.5	76.7	46.7
H	14.7	13.0	13.2	8.9	13.7	11.3	13.8	12.8
I	-	-	-	-	-	16.7	-	-
J	7.2/8.2	9.1/8.7	7.2/7.8	6.6/4.5	7.7/8.5	9.0/7.4	10.3/10.0	8.2/8.1
K	11.2/12.6	9.3/9.9	9.4/11.7	9.2/5.3	10.0/11.8	11.8/9.5	10.9/11.7	11.6/9.6
L	-	-	-	-	-	-	-	-
M	-	-	-	-	-	-	-	-
N	-	-	-	-	-	-	-	-
O	-	-	-	-	-	-	-	-
P	5.7/7.5	4.2¹/3.1	5.2/5.1	4.6/5.5	6.7/7.8	4.6/3.3	3.8/5.5	5.6/7.9
Q	5.1/6.0	3.5/3.3	4.5/4.7	3.5/4.7	6.1/6.2	3.6/3.0	2.7/4.2	5.0/6.1
R	4.0/4.7	-	2.7/4.4	-/3.5	4.3/4.5	-	2.7/3.7	3.0/-
S	2.8/3.2	-	2.1/3.9	-/2.7	3.6/3.9	-	2.0/2.9	2.7/-
L-M	-	-	-	-	-	-	-	-
N-O	-	-	-	-	-	-	-	-
P-Q	0.6/1.5	0.7/0.3	0.7/0.4	1.1/0.8	0.6/1.6	1.0/0.3	1.1/1.3	0.6/1.8
R-S	1.2/1.5	-	0.6/0.5	-/0.8	0.7/0.6	-	0.7/0.8	0.3/-
T	59	54	51	59	32	29	48	43
U	-	-	-	-	12	16	-	-
V	54/84	33/77	57/75	53/78	33/70	41/71	53/74	55/68
W	25	23	24	19	26	26	26	25
X	6/4	2¹/3	5/3	-/1	4/6	-	4/9	8/-

A	44/73/m	45/77/m	46/-/-	47/66/m	48/77/w	49/80/m	50/89/w	51/81/w
B	70	50	-	40	70	65	65	50
C	-	-	-	-	-	-	-	-
D	50	50	-	35	60	65	60	40
E	65	55	-	40	65	75	80	55
F	-	-	-	-	-	-	-	-
G	61.7	51.7	-	38.3	65.0	68.3	68.3	48.3
H	14.5	16.2	-	13.2	15.6	14.4	15.3	15.0
I	-	-	-	-	-	-	-	15.8
J	8.3/7.2	8.7/12.4	-	9.3/8.8	9.4/8.8	7.6/8.6	10.5/8.4	8.6/10.2
K	11.4/10.4	9.8/10.5	9.5/9.8	11.8/7.8	9.6/10.3	12.5/10.0	13.0/10.4	10.5/10.7
L	-	-	-	-	-	-	-	-
M	-	-	-	-	-	-	-	-
N	-	-	-	1.7	-	-	-	-
O	-	-	-	1.5	-	-	-	-
P	8.6/9.4	5.1/-	5.0/5.8	4.3/8.6	5.0/5.7	4.7/4.9	4.4/6.6	7.1/5.3
Q	7.0/6.3	3.9/-	4.1/4.8	3.9/7.1	4.4/5.2	3.6/3.5	3.6/5.8	6.7/3.9
R	-	-	2.9/2.5	4.0/4.5	2.8/-	3.0/2.5	-/4.2	5.6/3.5
S	-	-	2.4/1.6	3.3/3.6	2.6/-	2.8/1.9	-/3.3	4.7/3.0
L-M	-	-	-	-	-	-	-	-
N-O	-	-	-	0.2	-	-	-	-
P-Q	1.6/3.1	1.2/-	0.9/1.0	0.4/1.5	0.6/0.5	1.1/1.4	0.8/0.8	0.4/1.4
R-S	-	-	0.5/0.9	0.7/0.9	0.2/-	0.2/0.6	-/0.9	0.9/0.5
T	41	25	-	43	43	50	54	48
U	-	-	-	-	-	-	-	-
V	45/69	51/55	-	34/68	59/68	46/72	42/82	60/71
W	28	30	-	25	25	22	28	23
X	-	-	5/3	3/1	3/1	4/3	-/5	8/4

A	52/71/m	53/56/m	54/69/m	55/79/m	56/68/m	57/92/m	58/76/w	59/83/w
B	70	75	75	55	50	75	55	60
C	-	-	-	-	-	-	-	-
D	75	60	90	55	65	55	55	60
E	80	-	100	50	85	70	60	80
F	-	-	-	-	-	-	-	-
G	75.0	67.5	88.3	51.7	66.7	66.7	56.7	66.7
H	15.9	12.8	14.2	15.8	12.1	16.4	14.4	15.7
I	-	-	-	-	-	-	-	-
J	8.6/-	8.8/9.1	9.2/9.8	7.0/6.8	6.8/6.5	10.7/8.4	6.2/8.1	9.2/8.0
K	12.1/-	-/9.7	11.4/11.2	15.3/11.6	10.8/9.2	13.4/9.3	11.2/11.6	12.0/11.2
L	-	-	-	-	-	-	-	-
M	-	-	-	-	-	-	-	-
N	2.0	-	-	-	-	-	-	-
O	1.6	-	-	-	-	-	-	-
P	6.6/-	-/5.9	5.6/6.8	6.0'/6.2	3.4/3.0	6.1/8.2	5.2/8.7	8.5'/7.1
Q	5.6/-	-/5.0	4.8/6.2	5.4/5.6	2.5/2.5	5.1/5.8	4.2/6.1	7.3/6.3
R	4.7/-	-/4.1	-/4.4	3.9/-	2.0/-	3.0/5.5	3.9/4.7	3.7/4.5
S	3.3/-	-/3 4	-/3.4	3.2/-	1.7/-	2.5/3.9	3.2/3.5	3.2/3.7
L-M	-	-	-	-	-	-	-	-
N-O	0.4	-	-	-	-	-	-	-
P-Q	1.0/-	-/0.9	0.8/0.6	0.6/0.6	0.9/0.5	1.0/2.4	1.0/2.6	1.2/0.8
R-S	1.4/-	-/0.7	-/1.0	0.7/-	0.3/-	0.5/1.6	0.7/1.2	0.5/0.8
T	-	32	43	41	47	49	35	54
U	-	-	-	-	-	-	-	-
V	54/-	-/60	45/66	70/73	58/74	49/81	49/58	58/76
W	-	28	23	32	27	32	23	22
X	6/-	-/3	-/4	2'/-	6/3	5/3	-/0	4'/6

A	60/-/m	61/-/-	62/65/m	63/-/m	64/69/m	65/-/w	66/70/w	67/60/w
B	80	-	60	80	-	75	65	70
C	-	-	-	-	45	-	-	-
D	90	-	65	90	165'	75	65	90
E	90	-	65	95	85	80	65	110
F	-	-	-	-	-	-	55	-
G	86.7	-	63.3	88.3	65.0	76.7	62.5	90.0
H	10.2	-	14.7	12.2	17.4	15.7	12.4	10.2
I	-	-	-	-	21.5	-	-	-
J	6.8/5.9	-	8.3/10.0	7.8/7.7	8.7/-	8.0/8.8	9.3/8.1	10.1/6.2
K	9.3/7.8	10.7/11.8	12.1/12.1	9.9/8.5	10.6/14.1	9.8/10.8	8.3/9.8	9.2/7.6
L	-	-	-	-	-	-	3.5	-
M	-	-	-	-	-	-	3.2	-
N	-	-	-	-	-	-	-	-
O	-	-	-	-	-	-	-	-
P	5.3/5.8	5.4/9.2	11.2/9.5	4.2/-	-/7.0	5.1/-	2.2/4.5	-/3.8
Q	3.4/3.5	4.9/7.4	9.2/6.7	2.2/-	-/6.2	2.8/-	1.0/3.9	-/3.6
R	3.5/2.7	3.8/6.2	7.5/3.0	3.0/-	4.5/5.4	3.1/2.4	-/3.2	-
S	3.2/2.5	3.1/4.0	5.7/2.4	1.8/-	3.2/3.9	2.5/1.5	-/2.3	-
L-M	-	-	-	-	-	-	0.3	-
N-O	-	-	-	-	-	-	-	-
P-Q	1.9/2.3	0.5/1.8	2.0/2.8	2.0/-	-/0.8	2.3/-	0.3/0.6	-/0.2
R-S	0.3/0.2	0.7/2.2	1.8/0.6	1.2/-	1.3/1.5	0.6/0.9	-/0.9	-
T	42	-	48	40	46	43	43	44
U	-	-	-	-	10	-	-	-
V	53/65	-	42/66	50/64	41/64	49/59	49/67	56/64
W	23	-	18	24	28	16	24	20
X	-/1	3/4	5/4	6/-	-/2	5/0	6/5	-

	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	60 - 65 [illegible] - 70.0	45 - 40 [illegible] 60 55.0	70 - 55 [illegible] - 66.7	- 60 150' 60 - 60.0	- 75 150' 45 50 58.7	- - - - - -	- - - - - -	- - - - - -
[illegible]	12.9 - 8.4/8.0 12.0/10.4 - - - - - 7.4'/9.1' 6.5/6.8 2.6/3.6 1.4/2.5	13.3 - 9.0/9.2 9.5/10.5 3.3 2.7 - - - 4.4/8.2 3.1/5.5 3.2/3.6 1.1/2.7	14.7 - 8.3/7.4 12.2/9.7 - - - - - 4.7/5.7 3.5/3.8 2.9/- 1.8/-	17.4 22.3 10.4/10.1 13.0/15.2 - - - - - 10.2/12.5 7.4/8.2 6.3/8.5 4.8/5.2	20.7 22.3 11.8/10.2 10.0/13.4 3.7 3.2 - - - 8.4/- 7.0/- - -	- - - -/15.4 - - - - - -/7.0 -/5.9 -/5.1 -/4.5	- - - 9.2/- - - - - - 4.4/5.7 2.9/4.9 2.6/4.1 1.9/2.9	14.7 - - - - - - - - - - - -
[illegible]	- - 0.9/2.3 1.2/1.1	0.6 - 1.3/2.7 2.1/0.9	- - 1.2/1.9 1.1/-	- - 2.9/4.3 1.5/3.3	0.5 - 1.4/- -	- - -/1.1 -/0.6	- - 1.5/0.9 1.0/1.2	- - - -
[illegible]	27 - 50/52 25 0'/0'	52 - 38/75 23 2/2	47 - 46/65 18 4/5	38 14 52/86 34 3/6	47 20 60/92 25 2/-	- - - - -	- - - - 3/4	- - - - -

	n	$\sum$	$\bar{x}$	s	min	max	$\sum x^2$	li>re	li<re	li=re
A	54	4043	74.9	-	56	95	-			
[illegible]	48 13 48 60 5 13	3010 875 3060 4275 335 1790	62.7 67.3 63.8 71.3 67.0 137.7	10.4 11.8 14.3 19.5 17.2 18.8	40 45 35 25 50 100	80 90 90 110 90 165	193850 60575 204700 327125 63625 250700			
[illegible]	62 13 61/57 70/69 5 5 6 6 66/63 66/65 52/51 52/50	917.5 285.5 535.7/497.2 761.0/751.1 19.0 16.8 15.2 12.1 331.1/408.4 315.1/322.2 195.7/211.8 152.0/157.9	14.8 21.93 8.8/8.7 10.88/10.9 3.8 3.36 2.53 2.02 5.77/6.48 4.77/5.11 3.8/4.15 2.9/3.16	2.28 3.25 1.4/1.5 1.5/1.9 0.5 0.59 0.8 0.71 1.7/2.0 1.62/1.3 1.3/1.3 1.1/0.95	8.9 15.8 6.2/4.5 8.3/5.3 3.3 2.7 1.7 1.4 2.2/3.0 1.7/2.5 2.0/2.4 1.0/1.5	20.8 26.35 13.0/12.7 15.3/15.4 4.7 4.3 3.5 3.1 11.2/12.5 9.2/8.4 7.5/8.5 5.7/5.2	13895 6377.07 4819.2/4459.5 8456.5/8417.7 73.4 57.82 41.6 26.91 2398.3/2896.4 1674.17/1752.0 819.23/964.70 506.64/543.27	30 31 14 19 11 12	27 33 40 35 28 27	- 1 1 2 - -
[illegible]	5 6 66/63 52/50	2.2 3.1 66.0/93.4 43.7/82.7	0.44 0.52 1.00/1.48 0.84/0.99	0.11 0.22 0.48/1.23 0.47/0.47	0.3 0.2 0.3/0.2 0.2/0.2	0.6 0.8 2.8/4.3 2.1/3.3	1.02 1.85 89.21/231.73 48.07/66.21	17 13	35 25	4 1
[illegible]	57 11 60/56 57 54/55	2533 173 2915/4102 1483 235/197	44.4 15.7 48.6/73.25 25.7 4.4/3.6	7.7 3.5 8.7/6.48 4.7 2.2/2.3	25 10 25/52 16 0/0	59 21 70/94 40 13/13	115381 2943 146603/205498 38869 1271/1001	- 22	56 15	- 6

Tabelle 2

A Fortlaufende Nummer (WS 78/79)
B Winkel: Arcus aortae/Frontalebene

A	45/77/m	46/77/m	47/77/m	48/77/m	49/77/m	50/77/w	51/77/m
B	45	50	70	40	75	50	60

A	52/77/w	53/77/m	55/77/w	56/77/w	57/77/w	58/77/m	59/77/w
B	70	45	35	80	35	50	90

A	60/77/m	61/77/w	62/77/w	67/77/w	68/77/m	69/77/m	8/78/w
B	50	50	60	50	30	45	55

A	9/78/w	29/78/m	34/78/w	35/78/w	36/78/m	38/78/m	39/78/m
B	55	60	45	70	40	40	55

A	40/78/w	41/78/m	44/78/w	45/78/w	49/78/m	50/78/w	51/78/w
B	70	35	45	55	50	40	75

A	56/78/m	58/78/w	60/78/m	61/78/m	62/78/w
B	60	45	55	40	55

n	$\sum$	$\bar{x}$	s	min	max	$\sum x^2$
40	2125	53.13	13.62	30	90	120125

Tabelle 3

Verteilung der Werte im 2s-Bereich.

A Winkel: Arcus aortae/Frontalebene
B Winkel: Arcus aortae/Tr.brachiocephalicus
C Winkel: Arcus aortae/A.carotis com.sin.
D Winkel: Arcus aortae/A.subclavia sin.

E Außendurchmesser: Tr.brachiocephalicus
F Außendurchmesser: A.carotis com.sin./dext.
G Außendurchmesser: A.subclavia sin./dext.
H Länge: Tr.brachiocephalicus

I Außendurchmesser: Tr.thyrocervicalis sin./dext.
K Innendurchmesser: Tr. thyrocervicalis sin./dext.
L Doppelte Wanddicke: Tr.thyrocervicalis sin./dext.
M Länge: Tr.thyrocervicalis sin./dext.
N Abstand: Arcus aortae/Tr.thyrocervicalis sin./dext.
O Abstand: A.subclavia/Tr.thyrocervicalis dext.

P Außendurchmesser: A.thyroidea inf.sin./dext.
Q Innendurchmesser: A.thyroidea inf.sin./dext.
R Doppelte Wanddicke: A.thyroidea inf.sin./dext.

	n	$\bar{x}$	s	2s	$\bar{x}$-2s	$\bar{x}$+2s
A	40	53.13	13.62	27.24	25.89	80.37
B	48	62.7	10.4	20.8	41.9	83.5
C	48	63.8	14.3	28.6	35.2	92.4
D	60	71.3	19.5	39.0	32.3	110.3
E	62	14.8	2.28	4.56	10.24	19.36
F	61/57	8.8/8.7	1.4/1.5	2.8/3.0	6.0/5.7	11.6/11.7
G	70/69	10.88/10.9	1.5/1.9	3.0/3.8	7.88/7.1	13.88/14.7
H	57	44.4	7.7	15.4	29.0	59.8
I	66/63	5.77/6.48	1.7/2.0	3.4/4.0	2.37/2.48	9.17/10.48
K	66/63	4.77/5.11	1.62/1.3	3.24/2.6	1.53/2.51	8.01/7.71
L	66/63	0.99/1.48	0.48/1.23	0.96/2.46	0.02/-0.98	1.95/3.94
M	54/55	4.4/3.6	2.2/2.3	4.4/4.6	0/-1.0 $_{th}$	8.8/8.2
N	60/56	48.6/73.25	8.7/9.46	17.4/18.92	31.2/54.33	66.0/92.17
O	57	25.7	4.7	9.4	16.3	35.1
P	52/51	3.8/4.15	1.3/1.3	2.6/2.6	1.2/1.55	6.4/6.75
Q	52/50	2.9/3.16	1.1/0.95	2.2/1.90	0.7/1.26	5.1/5.06
R	52/50	0.84/0.97	0.47/0.47	0.94/0.94	-0.1 $_{th}$/0.03	1.78/1.91

th = theoretischer Wert

Tabelle 4

Wertepaardifferenzen der Student-t-Teste.

A Fortlaufende Nummer
B Außendurchmesser: A.carotis com.sin./dext.
C Außendurchmesser: A.subclavia sin./dext.
D Außendurchmesser: Tr.thyrocervicalis sin./dext.
E Innendurchmesser: Tr.thyrocervicalis sin./dext.
F Doppelte Wanddicke: Tr.thyrocervicalis sin./dext.
G Länge: Tr.thyrocervicalis sin./dext.
H Abstand: Arcus aortae/Tr.thyrocervicalis sin./dext.
I Außendurchmesser: A.thyroidea inf.sin./dext.
K Innendurchmesser: A.thyroidea inf.sin./dext.
L Doppelte Wanddicke: A.thyroidea inf.sin./dext.

A	1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12
B	-0.9	-0.9	-	-1.4	-	-1.5	-	+0.5	+1.1	-0.6	+0.4
C	-1.1	-1.2	-0.8	-2.0	-2.2	-1.3	+1.0	+1.1	+1.2	-0.4	-0.7
D	+3.0	+2.1	-	+0.1	+1.4	+0.2	+1.1	+2.8	-	-0.8	+2.6
E	-2.5	-0.3	-	0	-1.8	-0.3	-0.9	-2.4	-	+0.8	-1.9
F	-0.5	-1.8	-	+0.1	+0.4	+0.1	-0.2	-0.4	-	0	-0.7
G	-1.0	-2.0	-	- -	-1.0	+2.0	-1.0	+2.0	-	0	0
H	18.0	35.0	-	46.0	-	18.0	-	27.0	-	19.0	56.0
I	-2.5	-0.4	-	-	-0.8	-0.3	-0.3	-0.7	-	-	-0.6
K	-1.9	-0.3	-	-	-0.5	-0.8	-0.6	-1.1	-	-	-0.2
L	-0.6	-0.1	-	-	-0.3	+0.5	+0.3	+0.4	-	-	-0.4

A	13	14	16	18	19	20	21	22	23	24	25
B	-	-1.0	-0.1	+1.2	-0.5	-0.6	+1.0	-1.5	-1.1	-0.2	-0.5
C	-1.0	+0.7	+0.3	+0.7	-1.4	+1.5	+0.7	-3.5	-1.2	+2.1	-0.9
D	-0.9	+0.9	0	+2.2	-4.1	-2.6	+0.3	+0.2	+0.4	+3.0	-0.3
E	+0.9	-0.5	+0.4	+0.2	+3.4	+2.3	-0.4	+0.9	-0.5	+0.7	+1.0
F	0	-0.4	-0.4	-2.4	+0.7	+0.3	+0.1	-1.1	+0.1	-1.7	-0.8
G	+2.0	+2.0	+2.0	+2.0	-	-	-	+3.0	0	-4.0	+4.0
H	-	24.0	43.0	11.0	+2.0	43.0	24.0	34.0	42.0	35.0	15.0
I	+1.2	-1.4	+0.5	-0.2	-	-	-	-0.2	-	-2.0	-1.5
K	+0.6	-0.6	+0.8	+0.2	-	-	-	+0.1	-	-1.1	-1.5
L	+0.6	-0.8	-0.3	-0.4	-	-	-	-0.3	-	-0.9	0

A	26	27	28	29	32	33	34	35	36	37	38
[illegible]	-1.5	-	+2.8	+0.8	-0.3	+0.1	+2.8	-	-1.0	+0.4	-0.6
[illegible]	-0.5	-1.0	+0.6	+0.1	+0.2	+0.6	+0.7	-0.1	-1.4	-0.6	-2.3
[illegible]	+1.0	-	-2.6	-	-1.2	+1.2	+2.2	+0.6	+1.0	-1.1	-0.4
[illegible]	-0.5	-	+2.6	-	+1.0	-1.3	+0.1	-1.0	-0.9	+0.2	-0.2
[illegible]	-1.0	-	-1.0	-	+0.2	+0.4	-2.3	-0.1	-0.9	+0.4	+0.7
[illegible]	+1.0	-	-0.8	-	+1.2	0	-	-2.0	+2.0	-1.0	+2.0
[illegible]	-	-	-0.8	24.0	12.0	15.0	41.0	-	30.0	44.0	16.0
[illegible]	-	-	+0.[illegible]	-	-0.4	-0.4	-	+0.9	-0.7	-	-0.3
[illegible]	-	-	+1.0	-	-0.[illegible]	-0.[illegible]	-	+0.3	-0.4	-	-1.8
[illegible]	-	-	-0.[illegible]	-	+0.2	+0.4	-	-0.[illegible]	-0.[illegible]	-	+0.1

A	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
B	+2.1	-0.8	+1.6	+0.3	+0.1	+1.1	-3.7	-	+0.5	+0.6	-1.0
C	+3.9	-1.8	+2.3	-0.8	+2.0	+1.0	-0.7	-0.3	+4.0	-0.7	+2.5
D	+1.2	+1.1	-1.3	+1.7	+2.3	+0.8	-	+0.8	+4.3	+0.7	+0.2
E	-1.2	-0.1	+0.6	-1.5	-1.1	+0.7	-	-0.7	-3.2	-0.8	+0.1
F	+0.3	-1.0	+0.7	-0.2	-1.2	-1.5	-	-0.1	-1.1	+0.1	-0.3
G	-	-2.0	-	-5.0	-	-	-	+2.0	+2.0	+2.0	+1.0
H	25.0	37.0	30.0	21.0	13.0	24.0	4.0	-	34.0	9.0	26.0
I	-	+0.3	-	-1.0	-	-	-	+0.4	-0.5	-	+0.5
K	-	-0.3	-	-0.9	-	-	-	+0.8	-0.3	-	+0.9
L	-	+0.1	-	-0.1	-	-	-	-0.4	-0.2	-	-0.4

A	50	51	53	54	55	56	57	58	59	60	61
B	+2.1	-1.6	-0.3	-0.6	+0.2	+0.3	+2.3	-1.9	+1.2	+0.9	-
C	+2.6	-0.2	-	+0.2	+3.7	+1.6	+4.1	-0.4	+0.8	+1.5	-1.1
D	+2.2	-1.8	-	+1.2	+0.2	-0.4	+2.1	+3.5	-1.4	+0.5	+3.8
E	-2.2	+2.8	-	-1.4	-0.2	0	-0.7	-1.9	+1.0	-0.1	-2.5
F	0	-1.0	-	+0.2	0	+0.4	-1.4	-1.6	+0.4	-0.4	-1.3
G	-	+4.0	-	-	-	+5.0	+2.0	-	-2.0	-	-1.0
H	40.0	11.0	-	21.0	3.0	18.0	32.0	10.0	40.0	12.0	-
I	-	+2.1	-	-	-	-	-2.5	-0.8	-0.8	+0.8	-2.4
K	-	+1.7	-	-	-	-	-1.4	-0.3	-0.5	+0.7	-0.9
L	-	+0.4	-	-	-	-	-1.1	-0.5	-0.3	+0.1	-1.5

A	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	74
B	-1.7	+0.1	-	-0.8	+1.2	+3.9	+0.4	-0.2	+0.9	+0.3	+1.0	-
C	0	+1.4	-3.5	-1.0	-1.5	+1.6	+1.6	-1.1	+2.5	-2.2	-2.6	-
D	-1.7	-	-	-	+2.3	-	+1.7	+3.8	-1.0	+2.3	-	+1.3
E	+2.5	-	-	-	-2.0	-	-0.3	-2.4	-0.3	-2.8	-	-2.0
F	-0.8	-	-	-	-0.3	-	-1.4	-1.4	-0.7	-2.0	-	+0.7
G	+1.0	-	-	+5.0	+1.0	-	0	0	-1.0	-3.0	-	-1.0
H	24.0	14.0	43.0	10.0	18.0	28.0	2.0	37.0	19.0	34.0	32.0	-
I	+4.5	-	-0.9	+0.7	-	-	-1.0	-0.4	-	-2.2	-	-1.2
K	+3.3	-	-0.7	+1.0	-	-	-1.1	-1.6	-	-0.4	-	-1.0
L	+1.2	-	-0.2	-0.3	-	-	+0.1	+1.2	-	-2.0	-	-0.2

A	n	$\lvert\bar{D}\rvert$	$\lvert\Sigma D_i\rvert$	$\sum D_i^2$	s_D	$s_{\bar{D}}$	t	t_{TAB}	f	α
B	57	0.09	5.4	101.02	1.34	0.18	0.53	2.66	56	1%
C	65	0.1	6.5	194.95	1.74	0.22	0.46	2.65	64	1%
D	56	0.83	46.5	203.63	1.73	0.23	3.59	2.67	55	1%
E	56	0.38	21.3	125.55	1.46	0.195	1.95	2.68	55	1%
F	56	0.49	27.7	48.33	0.79	0.106	4.66	2.68	55	1%
G	43	0.70	30.0	404.00	3.02	0.46	1.51	2.70	42	1%
H	55	25.56	1406	44816	12.82	1.73	14.79	2.6	54	1%
I	39	0.51	19.7	85.59	1.41	0.23	2.24	2.71	38	1%
K	39	0.29	11.6	46.96	1.07	0.17	1.74	2.71	38	1%
L	39	0.2	7.8	16.6	0.63	0.1	1.99	2.71	38	1%

I) LITERATUR

1. ADACHI, Buntaro: "Das Arteriensystem der Japaner." Band 1. Verlag der Kaiserlich-Japanischen Universität zu Kyoto, 1928.

2. ANSON, Barry: "An Atlas of Human Anatomy." W.B. Saunders Comp., Philadelphia & London, 1963.

3. ALVERDES, Kurt: "Grundlagen der Anatomie." 2. Auflage. VEB Georg Thieme Verlag, Leipzig, 1958.

4. BENNINGHOFF, Alfred: "Lehrbuch der Anatomie des Menschen." 2. Band: Eingeweide, 4. verbesserte Auflage. Urban & Schwarzenberg, München - Berlin, 1952.

5. BOENIG, Horst: "Leitfaden der Entwicklungsgeschichte des Menschen." Georg Thieme Verlag, Leipzig, 1938.

6. BOLK, L., GÖPPERT, E., KALLIUS, E., LUBOSCH, W.: "Handbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere." Band VI. Urban & Schwarzenberg, Berlin - Wien, 1933.

7. BRANDT, Walter: "Lehrbuch der Embryologie." S. Karger Verlag, Basel, 1949.

8. BRAUS, Hermann und ELZE, Curt: "Anatomie des Menschen." Band IV - Periphere Leitungsbahnen II, Haut und Sinnesorgane, Vegetatives Nervensystem. Julius Springer Verlag, Berlin, 1940.

9. BROMAN, Ivar:"Grundrisse der Entwicklungsgeschichte des Menschen." J.F. Bergmann Verlag, München - Wiesbaden, 1921.

10. BROMAN, Ivar: "Normale und abnorme Entwicklung des Menschen." J.F. Bergmann Verlag, Wiesbaden, 1911.

11. CLARA, Max: "Entwicklungsgeschichte des Menschen." Quelle & Meyer Verlag, Leipzig, 1940.

12. CORNING, H.K.: "Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen." 2. Auflage. J.F. Bergmann Verlag, München, 1925.

13. CORNING, H.K.: "Lehrbuch der Topographischen Anatomie." 23. Auflage. Springer Verlag, Berlin, 1946.

14. DASELER, Edward H. and ANSON, Barry J.: "Surgical Anatomy of the Subclavian Artery and its Branches." Aus: Surgery, Gynecology & Obstetrics. 108, N° 1, February 1959, 149 - 174.

15. DAVIES, D.V.: "Gray's Anatomie." Descriptive and Applied. 34th Edition. Longmans, Green and Co., London, 1967.

16. FRICK, Hans, LEONHARDT, Helmut und STARCK, Dietrich: "Allgemeine Anatomie, Spezielle Anatomie I." Extremitäten - Rumpfwand. Taschenlehrbuch der gesamten Anatomie, Band 1 und 2. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1977.

17. GEGENBAUR, Carl: "Grundrisse der vergleichenden Anatomie." 2. verbesserte Auflage. Wilhelm Engelmann Verlag, Leipzig, 1878.

18. GEGENBAUR, Carl: "Lehrbuch der Anatomie des Menschen." 7. verbesserte Auflage, Band II. Wilhelm Engelmann Verlag, Leipzig, 1903.

19. GROSSER, Otto: "Vorlesungen über topographische Anatomie." Springer Verlag, Wien, 1950.

20. HAFFERL, Anton: "Lehrbuch der Topographischen Anatomie." Neu bearbeitet von W. Thiel. 3. Auflage. Springer Verlag, Berlin - Heidelberg - New York, 1969.

21. HARJOLA, Pekka - T. and VALLE, Matti: The Importance of Aortic Arch or Subclavian Angiography before Coronary Reconstruction." Aus: Chest, 66: 4, October, 1974, 436 - 438.

22. HARMS, Volker: "Biomathematik, Statistik und Dokumentation." 2. Auflage. Harms Verlag, Kiel, Oktober 1977.

23. HARTMANN, Robert: "Handbuch der Anatomie des Menschen." R. Schultz und Comp. Verlag, Straßburg, 1881.

24. HEITZMANN, C.: "Die Descriptive und Topographische Anatomie des Menschen." 8. Auflage. Wilhelm Braumüller, Wien - Leipzig, 1896.

25. HELENON, Ch., DEWILDE, J., BRUTUS, J., MICHEL, Cl., PIERON, R.: "Syndrome de vol sous-clavier gauche associé à une origine separée de la vertébrale gauche de l'aorte." Aus: Sem. Hop. Paris, 1974, 50, n 943, 2673 - 2677.

26. HELMAN, P. and BENNETT, M.B.: "Intra - arterial Cytotoxic Therapy and X-ray Therapy for Cancer of the Breast." Brit. J. Surg., 1968, Vol. 55 N° 6, June, 419 - 423.

27. HENLE, J.: "Grundriß der Anatomie des Menschen." Neu bearbeitet von Fr. Merkel. 4. Auflage - Text. Friedrich Vieweg und Sohn Verlag, Braunschweig, 1901.

28. HENLE, J.: "Handbuch der Systematischen Anatomie des Menschen." Band III - Abt. 1: Gefäßlehre. Friedrich Vieweg und Sohn Verlag, Braunschweig, 1868.

29. HERTWIG, Oskar: "Handbuch der vergleichenden und experimentellen Entwicklungsgeschichte der Wirbeltiere." Gustav Fischer, Jena, 1906.

30. HOFER,H., SCHULTZ,A.H. und STARCK,D.: "Primatologia, Handbuch der Primatenkunde." Band III - 2. S.Karger Verlag, Basel - New York, 1960.

31. HOFFMANN,C.E.E. und RAUBER,A.: "Lehrbuch der Anatomie des Menschen." Band II - Gefäßsystem, Nervensystem und Sinnesorgane. 3. Auflage.Eduard Besold Verlag, Erlangen, 1886.

32. HOLLSTEIN, C.: "Lehrbuch der Anatomie des Menschen." 5. Auflage. E.H.Schroeder Verlag, Berlin, 1873.

33. HYRTL, Joseph: "Lehrbuch der Anatomie des Menschen mit Rücksicht auf physiologische Begründung und praktische Anwendung." 4./8. Auflage. Wilhelm Braumüller Verlag, Wien, 1855/1863.

34. HYRTL, Joseph: "Handbuch der topographischen Anatomie und ihrer praktisch medicinisch - chirurgischen Anwendungen." 1. Band, 7. Auflage. Wilhelm Braumüller Verlag, Wien, 1882.

35. KUNKEL, B.: "Zerebrale Katheterangiographie" aus: "Angiography and its latest aspects - Angiographie und ihre neuesten Erkenntnisse. Internationale Arbeits- und Fortbildungstagung, Salzburg 1972." Herausgegeben von Kurt Egon Loose. Walter de Gruyter, Berlin - New York, 1975.

36. KRAUSE, W.: "Handbuch der menschlichen Anatomie." Band II Specielle und macroskopische Anatomie. Halm'sche Buchhandlung, Hannover, 1879.

37. von LANGER,C. und TOLDT,C.: "Lehrbuch der Systematischen und Topographischen Anatomie." W. Braumüller, Wien - Leipzig, 1911.

38. von LANZ,T. und WACHSMUTH,W.: "Praktische Anatomie." Band I - Teil 2: Hals. Springer Verlag, Berlin - Göttingen - Heidelberg, 1955.

39. LIPPERT, Herbert: "Arterienvarietäten." Klinische Tabellen 1 - 6. Medizinische Klinik 18/1967. Urban & Schwarzenberg, München-Berlin-Wien.

40. LOOSE, K.E. (Herausgeber): "Angiographie. Methoden - Indikationen - Ergebnisse." Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1966.

41. MARTIN, Rudolf und SALLER, Karl: "Lehrbuch der Anthropologie." Band III. 3. Auflage. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 1962.

42. MARTIN, Paul: "Lehrbuch der Anatomie der Haustiere." Band IV - Anatomie des Schweines, Hundes und der Katze von P. Martin. Anatomie der Impfsäugetiere (Kaninchen, Ratte, Maus) und der Hausvögel von Wilhelm Schauder. 2. Auflage. Verlag von Schickhardt und Ebner, Stuttgart, 1923.

43. MERKEL, Friedrich: "Die Anatomie des Menschen." Abt. VI - Peripherische Nerven, Gefäßsystem, Inhalt der Körperhöhlen. Text. J.F. Bergmann Verlag, Wiesbaden, 1918.

44. MERKEL, Friedrich: "Die Anatomie des Menschen." Abt. VI - Peripherische Nerven und Gefäßsystem. Atlas. J.F. Bergmann Verlag, Wiesbaden, 1918.

45. MEYER, Hermann: "Lehrbuch der Anatomie des Menschen." 3. Auflage. Wilhelm Engelmann Verlag, Leipzig, 1873.

46. OERTEL, Otto: "Leitfaden der topographischen Anatomie." 2. Auflage. Verlag von S. Karger, Berlin, 1927.

47. PANSCH, Ad.: "Grundriß der Anatomie des Menschen." Robert Oppenheim Verlag, Berlin, 1881.

48. PERNKOPF, Eduard: "Topographische Anatomie des Menschen." Band I - Allgemeines, Brust und Brustgliedmaße. 2. Hälfte. Urban und Schwarzenberg, Berlin - Wien, 1943.

49. PERNKOPF, Eduard: "Topographische Anatomie des Menschen." Band III - Hals. Urban & Schwarzenberg, Wien - Innsbruck, 1952.

50. POIRIER, P. et CHARPY, A.: "Traité d'Anatomie Humaine." Tome Premier - Embryologie, Ostéologie, Arthrologie, Masson C^ie^, Editeurs, Paris, 1911.

51. PORTMANN, Adolf: "Einführung in die vergleichende Morphologie der Wirbeltiere." Benno Schwabe und Co. Verlag, Basel, 1948.

52. RAUBER, A. und KOPSCH, Fr.: "Lehrbuch und Atlas der Anatomie des Menschen." Band II - Eingeweide und Gefäße. 16./17. Auflage, Georg Thieme Verlag, Leipzig, 1941/1948.

53. ROHEN, J.W.: "Topographische Anatomie." 6. Auflage. Schattauer Verlag, Stuttgart - New York, 1977.

54. ROMER, Alfred Sherwood: "Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere." Übersetzt und bearbeitet von Hans Frick. 3. neu bearbeitete und erweiterte Auflage, 1971. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.

55. RUSH, Benjamin F. jr., MORIE, N. and KLEIN, Noah W.: "Intra-Arterial Infusion of the Head and Neck. Anatomic and Distributional Problems." Aus: American Journal of Surgery, Vol. 110, October 1965, 510 - 513.

56. SAPPEY, Ph. C.: "Traité d'Anatomie descriptive." 4. Auflage, Tome deuxième: Myologie - Angiologie. Adrien Delahaye et Émile Lecrosnier, Editeurs, Paris, 1888.

57. SCHOBINGER, Robert A. and RUZICKA, Francis F. jr. (Herausgeber): "Vascular Roentgenology." Arteriography, Phlebography, Lymphography. The Macmillan Company, New York, Collier - Macmillan Limited, London, 1964.

58. SCHULTZE, Oskar: "Atlas und kurzgefaßtes Lehrbuch der topographischen und angewandten Anatomie." 4. Auflage. J.F. Lehmanns Verlag, München, 1935.

59. SIEGLBAUER, Felix: "Lehrbuch der normalen Anatomie des Menschen." 8. Auflage. Urban & Schwarzenberg, München, Berlin, 1958.

60. SOBOTTA, BECHER: "Atlas der Anatomie des Menschen." Herausgegeben von H. Ferner und J. Staubesand. 3. Band - Zentralnervensystem, Autonomes Nervensystem, Sinnesorgane, Leitungsbahnen. 17. neu bearbeitete Auflage. Urban & Schwarzenberg, München - Berlin - Wien, 1973.

61. SPALTEHOLZ, Werner: "Handatlas und Lehrbuch der Anatomie des Menschen." 15. Auflage, bearbeitet von Rudolf Spanner. 2. Teil - Gefäßsystem, Eingeweide, Nervensystem, Sinnesorgane.
Band I - Abbildungen

62. Band II - Text
S. Hirzel Verlag, Zürich, Stuttgart, 1954.

63. STARCK, Dietrich: "Embryologie." Ein Lehrbuch auf allgemeinbiologischer Grundlage. 2. Auflage. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1965.

64. STARCK, D. und FRICK, H.: "Repetitorium anatomicum." 11. Auflage. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1967.

65. STIEDA, Ludwig: "Grundriß der Anatomie des Menschen." 4. Auflage. Gebrüder Jänecke Verlag, Hannover, 1900.

66. TESTUT, L. et JACOB, O.: "Traité d'Anatomie topographique." 4. Auflage. Tome premier: Tete - Rachis - Cou - Thorax. Librairie Octave Doin; Gaston Doin, Editeur, Paris, 1921.

67. TESTUT, L. et LATARJET, A.: "Traité d'Anatomie Humaine." Tome Deuxième - Angeiologie, Système Nerveux Central. G. Doin & Cie., Paris, 1948.

68. TÖNDURY, Gian: "Angewandte und Topographische Anatomie." 3. Auflage, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1951.

69. TOLDT, C. und HOCHSTETTER, F.: "Anatomischer Atlas." Band II - D. Das Darmsystem, E. Das System der Harn- und Geschlechtswerkzeuge, F. Das Gefäßsystem. 20. Auflage. Urban & Schwarzenberg, Wien, 1948.

70. WALDEYER, A.: "Anatomie des Menschen". 2. Teil, 12. Auflage. Walter de Gruyter Verlag, Berlin - New York, 1974.

71. WOERDEMANN, M.W.: "Atlas of Human Anatomy. Descriptive and Regional." Vol. II: Splanchnology. Angeiology, Nervous System, Organs of Sense. Wetenschappelijke Uitgeverij N.V. Amsterdam, 1950.

72. ZDANSKY, Erich: "Röntgendiagnostik des Herzens und der großen Gefäße." 3. Auflage. Springer Verlag, Wien, 1962.

73. ZIEGLER, H.E.: "Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte der niederen Wirbeltiere." Gustav Fischer, Jena, 1902.

K) LEBENSLAUF

Am 30. März 1954 wurde ich als erstes Kind meiner Eltern Karl und Barbara Knuth, geborene Eder, in Port Huron, Michigan, USA, geboren. Im Oktober 1961 übersiedelte die Familie nach München. Hier besuchte ich die Volksschule an der Flurstraße, das St.-Anna-Gymnasium und das Edith-Stein-Gymnasium, an dem ich im Juni 1974 die Reifeprüfung ablegte.

Das Medizinstudium nahm ich im Wintersemester 1974/75 an der Ludwig-Maximilians-Universität in München auf. Nach der Ärztlichen Vorprüfung (1976), dem ersten (1977) und zweiten (1979) Abschnitt der Ärztlichen Prüfung schloß ich das Studium im Oktober 1980 nach Bestehen des dritten Abschnittes der Ärztlichen Prüfung ab.

Ich habe je einen Monat in einem Privatkrankenhaus für Unfallchirurgie in Maria Alm in Österreich und beim Werksärztlichen Dienst der Daimler-Benz-AG in Sindelfingen famuliert, und je zwei Monate in einer Praxis für Allgemeinmedizin in München und am Royal Hospital for Women der University of New South Wales, Sydney, Australien.

DANKSAGUNG

Frau Professor Dingler danke ich herzlich für die Überlassung des Themas und die allzeit freundliche und tatkräftige Beratung und Unterstützung;
Herrn Professor Frick danke ich für die großzügige Bereitstellung von Präpariermaterial und Räumlichkeiten;
ich danke den Mitarbeitern der Anatomischen Anstalt, insbesondere Frau Ziegleder und Herrn Ruß, der die Zeichnungen anfertigte;
Herrn Jedlicka danke ich für die geduldige Beratung zur Aufstellung der Statistik und Frau Schönhütl für die Erledigung der Schreibarbeiten.